

**OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA APLICADOS À ANÁLISE
ESPACIAL PARA O MAPEAMENTO DOS ESPAÇOS VERDES DO BAIRRO
DO CABULA NA CIDADE DO SALVADOR – BAHIA – BRASIL**

CELIANE SILVA SANTOS

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM GESTÃO DO TERRITÓRIO
ÁREA DE ESPECIALIZAÇÃO:
DETECÇÃO REMOTA E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA**

Setembro, 2012

**OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA APLICADOS À ANÁLISE ESPACIAL
PARA O MAPEAMENTO DOS ESPAÇOS VERDES DO BAIRRO DO CABULA NA
CIDADE DO SALVADOR – BAHIA – BRASIL**

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão do Território, área de especialização Detecção Remota e Sistemas de Informação Geográfica, realizada sob a orientação científica do Prof. Dr. Rui Pedro de Sousa Pereira Monteiro Julião.

“Nem tudo o que eu escrevo resulta numa realização, resulta mais numa tentativa. O que também é um prazer. Pois nem tudo eu quero pegar. Às vezes, quero apenas tocar. Depois, o que toco às vezes floresce e outros podem pegar com as duas mãos”.

Clarice Lispector

*Aos meus pais, Silvio e Maria Célia, e à
minha tia Ana Cezar, com todo meu
amor e admiração.*

*À Minha querida vovó Estelita Rosa Leal
(In memorian).*

AGRADECIMENTOS

À Sirlane, minha irmã querida, que me ajudou na realização do trabalho de campo.

Aos meus tios, primos e todos meus familiares e amigos que me incentivaram quando decidi estudar em Portugal.

Ao meu amado, Gabriel Lopes Pontes, pelo apoio, carinho, companheirismo, compreensão, paciência, e pela ajuda nas correções gramaticais e na realização do trabalho de campo.

Ao casal Anne Rafaela Almeida e Hugo Marinho, por mais uma vez me prestarem imensurável ajuda.

À Edivã Gonçalves Teodozio, pela solidariedade num momento particularmente difícil.

Aos amigos Daiane dos Santos, Dante Giudice, Elizabeth Seydel, Euvaldo Carvalhal, João Pena, Mariana Lima, Raul Guimarães, Rodrigo Bastos, Odailson Paz, que direta e indiretamente me ajudaram para que a pesquisa pudesse chegar a bom termo.

Às amigas inesquecíveis em Portugal, meus queridíssimos Adilson Cabral, Cléo Régis, Erika Ripoll, Fábio Barros, Fernanda Monteiro, Gabriela Falcão, Guilherme Vieira, João Tição, José Neto, Marina Costa, Mateus Magarotto, Natanael Pietroski, Nina Mesec e Ricardo Santos.

À querida Poliana Nascimento, pelo enorme favor de entregar minha dissertação.

Ao querido professor José Tenedório por todo ensinamento durante o período em que estive em Lisboa.

E, acima de tudo ao professor Rui Pedro Julião, meu orientador, por tudo que me ensinou e pela infinita paciência e dedicação.

**OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA APLICADOS À ANÁLISE ESPACIAL
PARA O MAPEAMENTO DOS ESPAÇOS VERDES DO BAIRRO DO CABULA NA
CIDADE DO SALVADOR – BAHIA – BRASIL**

CELIANE SILVA SANTOS

RESUMO

Os espaços verdes são fundamentais para as cidades, devido ao exercício de suas funções e a geração de seus benefícios. A vegetação presente no espaço urbano é promotora da qualidade ambiental na urbe, melhorando a vida dos habitantes, seja no âmbito social, ecológico ou paisagístico. Os espaços citadinos são ambientes modificados que possuem remanescentes da vegetação original, os quais se apresentam em diferentes formas e lugares. O presente trabalho trata de uma análise dos espaços verdes do bairro do Cabula, na cidade do Salvador, capital do estado da Bahia, Brasil. A aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica a um modelo de análise espacial é indispensável para o mapeamento arbóreo no bairro. O uso dos SIG pode contribuir na tomada de decisões no tocante à gestão urbano-regional e às pesquisas multidisciplinares e interdisciplinares, possibilitando um melhor entendimento do problema apresentado e gerando mecanismos para a criação de medidas condizentes.

Palavras-chave: SIG, espaços verdes, Cabula, análise espacial.

**GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS APPLIED TO SPACIAL ANALYSIS
FOR GREEN SPACES MAPPING IN CABULA DISTRICT OF
SALVADOR CITY – BAHIA – BRAZIL**

CELIANE SILVA SANTOS

ABSTRACT

Green spaces are fundamental to cities due to the exercise of its functions and the generation of its benefits. The vegetation acts as a promoter of urban environmental quality in the metropolis, improving the lives of the inhabitants, both in social and ecological issues or in landscape. The urban spaces are environments that have modified remnants of the original vegetation, which occurs in different forms and places. This study is an analysis of green spaces in Cabula district in the city of Salvador, capital of Bahia state, Brazil. The application of GIS to model spatial analysis is essential for mapping trees in the district. The use of GIS can help in making decisions regarding the management and the urban-regional interdisciplinary and multidisciplinary research, enabling a better understanding of the presenting problem and generating mechanisms for the creation of consistent measures

Keywords: GIS, green areas, Cabula, spacial analysis.

ÍNDICE

Introdução.....	1
Enquadramento e Justificação	1
Objetivo Geral	5
Objetivos Específicos.....	5
Hipótese	5
Estrutura da Dissertação	5
I. Vegetação Urbana e Sistemas de Informação Geográfica	7
1. Qualidade Ambiental Urbana.....	7
2. Espaço Verde Urbano: uma reflexão teórico-conceitual	10
3. Funções e benefícios da vegetação no espaço urbano.....	18
4. Espaços Verdes em Salvador	24
5. Geotecnologias e suas aplicabilidades	27
5.1. Sistemas de Informação Geográfica: conceitos e aplicações.....	33
5.2. Estrutura e funções dos Sistemas de Informação Geográfica	42
5.3. Sistemas de Informação Geográfica aplicados à análise dos espaços verdes urbanos	46
II. Descrição do Cabula	51
1. Localização da área de estudo	51
2. Um breve resgate histórico da evolução do Cabula	54
3. Caracterização do Cabula	56
4. Configuração espacial do Cabula	59
III. Proposta de modelo SIG para análise dos espaços verdes	64
1. Materiais e Métodos	64
1.1. Descrição Técnica dos Dados	64
1.2. Enquadramento Metodológico	66
1.3. Levantamento Bibliográfico	67
1.4. Aquisição de materiais	68
1.5. Construção do Banco de Dados Geográficos (BDG)	69
1.6. Georreferenciamento da Imagem.....	70
1.7. Análise Espacial	72

IV.	Resultados e Discussão	81
1.	Análise Espacial dos Dados.....	81
1.1.	Quantificação da Vegetação	81
1.2.	Índices Espaciais para Análise da Vegetação	84
1.3.	Distribuição da Vegetação.....	91
2.	Panorama atual do Cabula	94
	Propostas.....	97
	Considerações Finais	104
	Referências Bibliográficas	107
	Lista de Figuras.....	115
	Lista de Tabelas	117

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BNH – Banco Nacional de Habitação

BUGS – Benefits of Urban Green Space

CONDER – Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia

EPUCS – Escritório de Planejamento Urbanístico da Cidade do Salvador

GIS – Geographical Information Systems

GPS – Global Positioning System

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LOUOS – Lei de Ordenamento do Uso e Ocupação do Solo do Município de Salvador

ONU – Organização das Nações Unidas

PDDU – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município

PDI – Processamento Digital de Imagem

PLANDURB – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano da Cidade do Salvador

PMS – Prefeitura Municipal do Salvador

SAGA – Sistema de Análise GeoAmbiental

SAVEA – Sistema de Áreas Verdes e Espaços Abertos

SBAU – Sociedade Brasileira de Arborização Urbana

SGI – Sistemas Geográficos de Informações

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas

Introdução

Enquadramento e Justificação

A vegetação presente no espaço urbano promove a melhoria da qualidade de vida da população e a qualidade ambiental nas cidades, seja no âmbito social, ecológico ou paisagístico. Os espaços citadinos são ambientes modificados que possuem remanescentes vegetacionais, os quais se apresentam em diferentes formas e lugares. Devido aos seus diversos efeitos e benefícios a vegetação está conquistando a devida importância no espaço citadino brasileiro, sendo alvo de constantes pesquisas.

Dessa forma, a vegetação urbana age purificando o ar por fixação de poeiras e materiais residuais e pela reciclagem de gases através da fotossíntese; regula a umidade e temperatura do ar; mantém a permeabilidade, fertilidade e umidade do solo protegendo-o contra a erosão e reduz os níveis de ruído servindo como amortecedor do barulho das cidades. Ao mesmo tempo, do ponto de vista psicológico e social, influencia sobre o estado de ânimo dos indivíduos massificados com o transtorno das grandes cidades, além de propiciar ambiente agradável para a prática do desporto e recreação em geral (SOARES e GOMES, 2003, p. 21).

Segundo Mascaró e Mascaró (2005) vegetação urbana é aquela que permite que o espaço construído se integre com o jardim e o parque, principalmente nas regiões de climas tropicais e subtropicais úmidos, para constituir a paisagem da cidade. Essa definição se assemelha a de áreas verdes, estabelecida por Queiroz e Matos (2009, p. 17), em que:

Área verde urbana é local de uma cidade com solo impermeabilizado e com presença de vegetação, predominando a arbórea. Pode ser de uso público e privado e inclui várias categorias, como arborização de ruas, avenidas, rotatórias, praças, parques, jardins, dentre outras. Deve cumprir as funções ecológica, social e estética.

As pesquisas no Brasil relativas a essa temática contribuem para o planejamento nos espaços citadinos. Diversas técnicas têm sido difundidas a fim de propiciar

implantação, monitoramento e manutenção da arborização urbana, que abrange a arborização de ruas e de áreas verdes públicas e privadas.

A arborização nas ruas é um dos elementos vegetais dos ecossistemas urbanos capazes de integrar espaços livres, áreas verdes e remanescentes de forma a colaborar com a diversidade da flora e da fauna. A arborização de ruas, além de ser um patrimônio público, é um patrimônio que deve ser reconhecido e conservado para as futuras gerações. Como serviço público, necessita de avaliação e monitoramento contínuos para que desempenhem adequadamente suas funções no meio urbano (RACHID et al. 1999, apud LIMA NETO, BIONDI e ARAKI, 2010, p. 01).

Nesse contexto, percebe-se quão necessária é a presença da vegetação nas cidades, principalmente no que diz respeito ao conforto térmico, contribuindo para a redução dos efeitos da ilha de calor. Diante das funções e benefícios proporcionados pelas áreas verdes evidencia-se sua necessidade para a qualidade ambiental urbana. Desse modo, o conhecimento de parâmetros que qualifiquem e quantifiquem os benefícios trazidos pela vegetação nos recintos urbanos é de grande importância para profissionais atuantes no planejamento das cidades.

Assim, para planejar o espaço urbano visando o seu correto gerenciamento, se faz necessário realizar diagnósticos da vegetação inserida nesse espaço, de modo a servir de subsídio para implementação de planos de manejo dos espaços verdes e implantação de novos espaços.

Dessa maneira, é de fundamental importância a realização de estudos que possibilitem uma análise criteriosa da dinâmica espacial das áreas verdes, bem como seu monitoramento arbóreo. Para isso, é necessário o auxílio de geotecnologias, pois estas possibilitam maior eficácia e rapidez no tratamento das informações geográficas. As técnicas cartográficas apresentam-se como um importante instrumento para identificação, espacialização e quantificação dos espaços verdes intra-urbanos.

A informatização dos dados possibilita a análise, a atualização e o armazenamento de um grande volume de informações geradas por um inventário. Essa informatização dos dados permite redução de custos, fornecendo ao planejador um instrumento

indispensável ao manejo das árvores urbanas (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, apud LIMA NETO 2011, p. 12).

Segundo algumas pesquisas, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm demonstrado eficácia na aquisição, armazenamento, processamento e representação de dados a vários níveis de pormenor. Dessa maneira, os autores Lima Neto, Biondi e Araki (2010), afirmam que os SIG integram o quantitativo da arborização com grande capacidade de filtragem e armazenamento. A aplicação dos SIG junto ao inventário convencional pode subsidiar o monitoramento das áreas arborizadas. Para isso, é necessário dispor de bases cartográficas que atendam aos objetivos da pesquisa.

Os Sistemas de Informação Geográfica, de acordo com Burrough e McDonnell (1998, apud COELHO, 2009, p. 94), constituem o tipo de estrutura mais importante em termos de viabilização do geoprocessamento, esse último sendo um conjunto de procedimentos computacionais que, operando sobre uma base de dados integrada, possibilita a execução de análises e cálculos que variam desde a álgebra cumulativa (operações tipo soma, subtração, multiplicação, divisão, etc.) até álgebra não cumulativa (operações lógicas), permitindo a elaboração de mapas politemáticos (contendo dados qualitativos e quantitativos), reformulações e sínteses sobre os dados ambientais disponíveis, constituindo-se em instrumento de grande potencial para o estabelecimento de estudos integrados. Os SIG diferem dos demais sistemas computacionais pela sua capacidade de estabelecer relações espaciais entre elementos, sendo mais adequados para análise e tratamento de dados geográficos, complementados pelos seus atributos.

Para Bonham-Carter (1996, apud, Tabacow e Xavier da Silva, 2011, p. 41) os Sistemas Geográficos de Informações (SGI), denominados assim por Jorge Xavier da Silva, constituem-se na ferramenta mais adequada, uma vez que apresentam capacidades funcionais para captura e armazenamento (*input*), manipulação, transformação, visualização, combinação, investigação, análise, modelamento e saída (*output*) de dados georreferenciados.

Tabacow e Xavier da Silva afirmam ainda que,

O uso de diferentes tipos de técnicas de investigação e avaliação que permitam extrair informação de uma base digital de dados georreferenciados, provenientes de diferentes fontes, níveis e acuidade de informação, e cujo processamento se aplica como ferramenta de suporte à tomada de decisão, darão maiores possibilidades de delineamento ao estudo. Os métodos intrínsecos a estas ferramentas e as inúmeras alternativas inerentes à sua aplicação podem resultar na construção de um diagnóstico dos problemas que afetaram e estão afetando as paisagens de uma região. De outra parte, as técnicas de Geoprocessamento adotadas, ao possibilitarem a integração dos dados, permitem apontar as análises para os objetivos definidos, de configurar sugestões e soluções em apoio à decisão, como contribuição à sustentabilidade da paisagem (TABACOW e XAVIER DA SILVA, 2011, p. 41).

Para Câmara (2001) os SIG são sistemas que operam computacionalmente, de maneira controlada. Assim,

O termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e armazenam a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica (CÂMARA, et. al, 2001, p. 6).

De maneira genérica, o SIG pode ser entendido como uma reunião de outros sistemas associados, os quais são constituídos por programas com módulos diversos, que, por sua vez, podem constituir-se em outros sistemas independentes (FITZ, 2008, p.20).

Diante dessa abordagem, é imprescindível utilizar os Sistemas de Informação Geográfica aplicados a um modelo de análise espacial para o mapeamento arbóreo no bairro do Cabula na cidade do Salvador. Demonstrando que o uso dos SIG pode contribuir no apoio para tomada de decisões, uma vez que estes modelam geoinformações, possibilitam um melhor entendimento do problema a ser solucionado e geram mecanismos apropriados para criação de medidas mitigadoras da problemática apresentada.

Nesse contexto, a pesquisa justifica-se pela importância da vegetação nos espaços citadinos, dessa maneira é indispensável o uso dos SIG, permitindo de maneira precisa analisar o objeto de estudo.

Objetivo Geral

Analisar os espaços verdes existentes no bairro do Cabula em Salvador, através dos Sistemas de Informação Geográfica, para subsidiar o planejamento da arborização através de um modelo de análise espacial.

Objetivos Específicos

- Construir uma base de dados geográficos através das técnicas de geoprocessamento;
- Quantificar a vegetação através dos SIG utilizando índice(s) de cálculo vegetacional;
- Analisar a distribuição das espécies vegetais na área de estudo;
- Elaborar um modelo de análise espacial de vegetação urbana através dos SIG;
- Produzir mapas temáticos da área de estudo relativos à distribuição da vegetação.

Hipótese

A hipótese reside na eficácia dos Sistemas de Informação Geográfica para elaboração do modelo de análise espacial e mapeamento dos espaços verdes no bairro do Cabula na cidade do Salvador, estado da Bahia.

Estrutura da Dissertação

- Capítulo I: é realizada uma revisão da literatura dos principais autores consultados, elucidando a temática explicitando claramente o assunto abordado;
- Capítulo II: se refere à caracterização da área estudada, bem como sua dinâmica espacial;
- Capítulo III: concerne aos materiais e métodos utilizados para a construção da dissertação. Dessa maneira, os procedimentos metodológicos serão descritos detalhadamente durante a execução da pesquisa;

- Capítulo IV: são expostos os resultados e discussões encontrados na pesquisa, posteriormente serão apresentadas as propostas e as considerações finais, e, por fim, as referências bibliográficas consultadas.

I. Vegetação Urbana e Sistemas de Informação Geográfica

1. Qualidade Ambiental Urbana

“Plantar árvores é uma estratégia economicamente atrativa tanto do ponto de vista energético como para melhorar a qualidade de vida das áreas urbanas.” (U.S. Department of Energy, 1999, apud Mascaró e Mascaró, 2005).

A vegetação tem grande relevância no espaço urbano devido à sua inserção como elemento indispensável à cidade. A percepção de sua devida importância se dá no Brasil, a partir do século XIX, quando surgem os jardins, praças e parques arborizados. Para Marx (1980, apud Soares e Gomes, 2010, p. 20), essa nova concepção de paisagem urbana representou um trato ou o desejo de algo até então desconhecido nas cidades brasileiras: a prática do paisagismo e, conseqüentemente, a introdução da arborização nos espaços públicos.

No passado colonial as cidades eram caracterizadas por um desenho urbano do qual a arborização não fazia parte da urbe e estava presente apenas no seu entorno, uma vez que a vegetação dificultava a defesa contra invasores. A prática da arborização não foi objeto das políticas de desenvolvimento urbano ao longo do processo histórico (LIMA NETO, 2011, p. 15)

O mesmo autor também afirma que as árvores resgataram a natureza no ecossistema urbano e que sua inserção em ruas e demais logradouros tem origens culturais e temporais. As diferenças culturais no Brasil proporcionaram diferentes modelos urbanos. As culturas colonizadoras foram responsáveis pela inserção e manutenção das florestas urbanas, ao passo que se dava a formação dos núcleos urbanos.

Segundo Gomes e Soares (2003, p. 21), a inserção do verde nas cidades brasileiras é concomitante à evolução das funções das praças. Estas, que eram constituídas de imensos espaços totalmente abertos sem a presença da vegetação, servindo exclusivamente como local de reunião de pessoas, passam a ser incrementadas na cidade como jardins. Mais agradáveis, estética e funcionalmente, as praças-jardins

constituem um marco fundamental da incrementação e valorização da jardinagem na cidade, principalmente em locais públicos.

Nesse contexto, é perceptível como a vegetação em ambientes urbanos começa a ganhar sua devida importância, sendo indispensável no planejamento de algumas cidades brasileiras a citar Aracaju, Campo Grande, Curitiba, Goiânia e Maringá, com espaços visivelmente arborizados.

As áreas verdes urbanas, por terem a vegetação como elemento fundamental, são objeto de pesquisas que visam a análise da qualidade de vida (sendo considerados variáveis específicas) nos espaços citadinos. Dessa forma, iniciam-se discussões constantes relacionadas à qualidade ambiental no meio urbano. Pesquisas comprovam que a vegetação é um importante indicador de qualidade ambiental urbana. Vale ressaltar a criação da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU) e o primeiro Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, ambos realizados na década de 1990, os quais contribuíram para a intensificação de pesquisas da arborização urbana.

Assim, cada vez mais surgem discussões nos meios acadêmicos, políticos e sociais, sobre qualidade de vida e qualidade ambiental urbana, principalmente quando relacionadas aos conceitos de desenvolvimento sustentável e de sustentabilidade urbana. As pesquisas que buscam discutir a qualidade de vida têm procurado abordar as suas múltiplas dimensões, ampliando a quantidade de variáveis que são analisadas para a sua mensuração. Expandem suas possibilidades de apontar caminhos que podem ser seguidos pelo poder público e pela sociedade, para a redução da pobreza, a diminuição das desigualdades e a melhoria dos indicadores de qualidade de vida e de qualidade ambiental urbana (PINA e SANTOS, 2009, p. 250).

Dessa maneira, se faz necessário elucidar a importância da presença dos parques urbanos no que se refere à qualidade ambiental e de vida. Pesquisas demonstram que esses espaços influenciam de maneira qualitativa na ambiência urbana, sendo percebidos pelos citadinos, verificando-se, dessa forma, a relevância das áreas verdes para a qualidade ambiental.

A importância da verificação da qualidade ambiental no espaço urbano é salientada por alguns autores. Lombardo (1985, apud Buccheri Filho, 2006a, p. 05) declara que “[...] é no espaço urbano que os problemas ambientais atingem maior amplitude, notando-se maior concentração de poluentes do ar, água e degradação do solo e subsolo, em consequência do uso intenso do território pelas atividades urbanas”. O mesmo autor comenta:

O descontrole processual em que se dá o uso do solo produz dificuldades técnicas de implantação de infraestrutura, altos custos de urbanização e desconforto ambiental de várias ordens (térmico, acústico, visual, de circulação, etc.). E a contaminação ambiental resultante implica em um lugar desagradável para viver e trabalhar.

Com estes pontos citados, mostra-se a preocupação com o crescimento das cidades sob o ambiente natural, o contato do homem urbano com a natureza, tornando a vida nos grandes centros menos desagradável (FREIRIA, 2001, apud BUCCHERI FILHO, 2006a, p. 05).

A presença da vegetação como essencial à qualidade ambiental nas cidades tem sido considerada como sinônimo de qualidade de vida. A confirmação da importância das áreas verdes urbanas para qualidade ambiental pode reforçar ainda mais a ideia de conservação e preservação da biodiversidade, surgindo daí a questão da sustentabilidade urbana capaz de influenciar diretamente nesse aspecto qualitativo. Dessa forma, o planejamento e gestão ambiental das áreas verdes devem considerar, cada vez mais, a necessidade de incluir a visitação pública como um elemento essencial para a difusão de uma sensibilidade ambiental, passando a investir na infraestrutura local necessária (PINA e SANTOS, 2009, p. 254).

A discussão da arborização e das áreas verdes atende à preocupação dos estudiosos por esta ser uma ação real no sentido de preservar e planejar a natureza e sua relação com a sociedade. A qualidade ambiental urbana está diretamente atrelada a vários fatores, ligados à infraestrutura, ao desenvolvimento econômico e social e à questão ambiental (BOVO, 2009, p. 41).

Nesse contexto, o capítulo do Meio Ambiente da Constituição da República Federativa do Brasil, no seu artigo 225, apresenta o seguinte:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, p. 143).

A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. Apesar de essa política objetivar itens de caráter preponderante para o meio ambiente, sua vigência não se faz de maneira eficaz nas cidades brasileiras. Além disso, no Estatuto da Cidade são encontrados temas que se referem necessariamente ao verde urbano que, apesar de sua grande relevância, não se apresentam como uma necessidade evidente no cenário citadino, havendo incúria no planejamento do desenvolvimento das cidades (SANTOS, 2010 p. 58).

2. Espaço Verde Urbano: uma reflexão teórico-conceitual

A vegetação presente nos espaços citadinos apresenta grande relevância para o bem estar do homem, como já fora dito anteriormente. Dessa forma, serão discutidos conceitos referentes ao verde no espaço urbano, e seu potencial em proporcionar a qualidade ambiental. Apesar de haver divergências conceituais entre os autores no que se refere à temática em discussão, há concordância ao se referir aos benefícios propiciados ao conforto nas cidades. “O desenho urbano elucida a arborização como elemento do espaço urbano que passa a definir diferentes conceitos e tipologias” (FARAH, 1999, apud ANDRADE, 2002, p.24).

Para Lima Neto (2011, p. 17), cada gestão municipal ou pesquisador é responsável pelo emprego de sua terminologia, de modo que, para referenciar os estudos, tem-se que previamente conceituá-los, para que não haja ambiguidade de sentidos em semelhantes aplicações. Em decorrência disso, serão abordados os principais conceitos

de maneira sistematizada sobre espaços livres, áreas verdes, cobertura vegetal, arborização e similares.

Cavalheiro et al. (1999, apud Buccheri Filho e Nucci, 2006 p. 49) sugere tópicos sobre a zona urbana para uma tentativa de padronização de conceitos. Mas para isso se faz necessário entender a divisão do município estabelecido pela legislação brasileira, em zonas: urbana, de expansão urbana e rural. Dessa forma, a zona urbana, que é a área de interesse da presente pesquisa, se constitui por três sistemas:

- Sistema de espaço com construções (habitação, indústria, comércio, hospitais, escolas, etc.);
- Sistema de espaços livres de construção (praças, parques, águas superficiais, etc.);
- Sistemas de espaços de integração urbana (rede rodo-ferroviária).

O mesmo autor conceitua áreas verdes, cobertura vegetal e espaços livres da seguinte maneira:

- *As áreas verdes:* são um tipo especial de espaços livres onde o elemento fundamental de composição é a vegetação. Elas devem satisfazer três objetivos principais: ecológico-ambiental, estético e de lazer. Vegetação e solo permeável (sem laje) devem ocupar, pelo menos, 70% da área; devem servir à população, propiciando um uso e condições para recreação. Canteiros, pequenos jardins de ornamentação, rotatórias e arborização não podem ser considerados áreas verdes, mas sim "verde de acompanhamento viário", que com as calçadas (sem separação total em relação aos veículos) pertencem à categoria de espaços construídos ou espaços de integração urbana.
- *Cobertura vegetal:* é a projeção do verde em cartas planimétricas e pode ser identificada por meio de fotografias aéreas, sem auxílio de estereoscopia. A escala da fotografia deve acompanhar os índices de cobertura vegetal; deve ser considerada a localização e a configuração das manchas em mapas. Considera-se toda a cobertura vegetal existente nos três sistemas (espaços construídos, espaços livres e espaços de integração) e as encontradas nas Unidades de Conservação, que na sua maioria restringem o acesso ao público, inclusive na zona rural.
- *O espaço livre de construção é definido como:* espaço urbano ao ar livre, destinado a todo tipo de utilização que se relacione com caminhadas, descanso, passeios, práticas de esportes e, em geral, a recreação e entretenimento em horas de ócio; os locais de passeios a pé devem oferecer segurança e comodidade com separação total da calçada em relação aos veículos; os caminhos devem ser agradáveis, variados e pitorescos; os locais onde as pessoas se locomovem por meios motorizados não devem ser considerados como espaços livres. Os espaços livres podem ser privados, potencialmente coletivos ou públicos e podem desempenhar,

principalmente, funções estética, de lazer e ecológico-ambiental, entre outras.

Essa proposta de Cavalheiro et al (1999, apud Buccheri Filho e Nucci, 2006 p. 50), demonstrada compreensivelmente na figura (01) a seguir, e suas conceituações sobre o verde urbano, já foi utilizada em algumas cidades como São Paulo, Guarulhos e Curitiba. Para Buccheri Filho e Nucci (2006, p. 50) deve-se refletir sobre o conceito daquilo (o “verde”) que está sendo quantificando, antes de fazê-lo, e como está sendo feita essa quantificação, ou seja, os métodos e as técnicas.

ORGANOGRAMA DE CLASSIFICAÇÃO DO VERDE URBANO

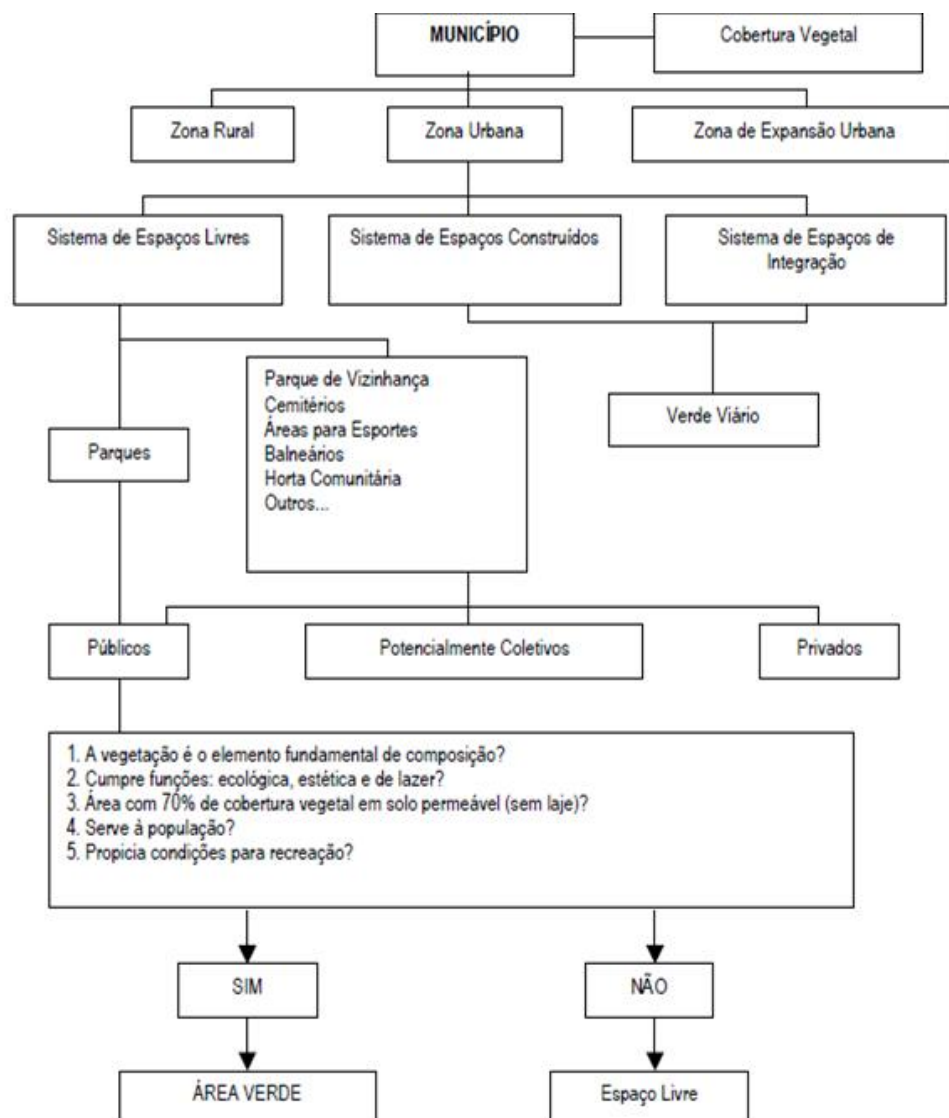


Figura 1: Organograma de classificação do Verde Urbano com base em Cavalheiro (1999)
Fonte: Buccheri Filho e Nucci, 2006.

Porém, as dubiedades encontradas na conceituação do verde urbano, não impossibilitam a busca de possíveis índices para as diferentes projeções do verde no espaço urbano. Essas terminologias ou o conjunto dos espaços verdes intra-urbanos formam uma base ecológica, capaz de proporcionar benefícios de caráter primordial para os habitantes das cidades.

Para Richter (1981, apud Cavalheiro e Del Picchia, 1992 p. 30)

O total dos espaços livres de uma cidade, de certa forma, é a somatória dos diversos elementos verdes e diferentes espaços livres isolados em assentamentos urbano-industriais e devem ser designados por Verde Urbano. Incluindo o sistema de espaços livres, tanto os públicos como os particulares.

Os autores Cavalheiro e Del Picchia (1992) vão um pouco mais além da definição estabelecida por Richter (1981), defendem a ideia de que o termo espaço livre deveria ser preferido ao uso de área verde, por ser mais abrangente, incluindo, inclusive as águas superficiais.

Para Nucci e Cavalheiro (1999, apud Bovo 2009, p. 42), os espaços livres de construção são constituídos por áreas urbanas ao ar livre, destinadas a todo tipo de utilização que se relacione com caminhadas, descanso, passeios, práticas de esportes e, em geral, à recreação e ao entretenimento em horas de ócio. Como locais de passeio a pé, devem oferecer segurança, comodidade com separação total da calçada em relação a veículos; os caminhos devem ser agradáveis, variados e pitorescos; os locais onde as pessoas se locomovem por meios motorizados não devem ser considerados como espaços livres. Os espaços livres podem ser privados, potencialmente coletivos ou públicos, e podem desempenhar, principalmente, funções estéticas, de lazer e ecológico-ambientais, entre outras.

Segundo os autores Mascaró e Mascaró (2005, p. 11), vegetação urbana é aquela que permite que o espaço construído se integre com o jardim e o parque, principalmente nas regiões de climas tropicais e subtropicais úmidos, para constituir a paisagem da cidade.

Llandert (apud Loboda e Angelis, 2005, p. 132) apresenta as seguintes definições para o verde urbano:

- *Sistemas de espaços livres*: conjunto de espaços urbanos ao ar livre destinados ao pedestre para o descanso, o passeio, a prática esportiva e, em geral, o recreio e entretenimento em sua hora de ócio;
- Espaço livre: quaisquer das distintas áreas verdes que formam o sistema de espaços livres;
- *Zonas verdes, espaços verdes, áreas verdes e equipamento verde*: qualquer espaço livre no qual predominam as áreas plantadas de vegetação, correspondendo, em geral, o que se conhece como parques, jardins ou praças.

Milano (1988, apud Loboda e Angelis, 2005, p. 132) faz sua proposta conceitual de maneira generalista afirmando que a cobertura arbórea das áreas abertas ou coletivas são as áreas verdes e a arborização urbana. Tais áreas são um importante setor da administração pública, tendo em vista a facilidade de supressão da cobertura arbórea das áreas privadas urbanas.

Saindo da visão nacional e partindo para uma ótica internacional, tem-se a cidade de Hamburgo, na República Federal da Alemanha, que apresenta a seguinte definição: “áreas verdes e de recreação pública são áreas que servem à saúde e recreação da população, as quais são mantidas pela Cidade Livre e Hanseática de Hamburgo e reconhecidas como áreas verdes pelo Senado, através dos órgãos públicos competentes”. Dentro deste conceito, incluem-se: áreas com vegetação fazendo partes de equipamentos urbanos, parques, jardins, cemitérios existentes, áreas de “pequenos jardins”, alamedas, bosques, praças de esporte, “*play-grounds*”, “*play-lots*”, balneários, “*camping*” e margens de rios e lagos (GEISER et al., 1975, apud CAVALHEIRO e DEL PICCHIA, 1992 p. 30).

Do ponto de vista conceitual entende-se por áreas verdes um espaço livre. Dessa forma, algumas prefeituras brasileiras estabeleceram suas denominações, a citar a Prefeitura Municipal de São Paulo, que define como sendo “a de propriedade pública ou particular, delimitada pela Prefeitura, com objetivo de implantar, ou preservar arborização e ajardinamento, visando manter a ecologia e resguardar as condições ambientais e paisagísticas” (São Paulo, apud Cavalheiro e Del Picchia, 1992 p. 30).

A Prefeitura Municipal do Salvador (PMS) através da Lei do Ordenamento do Uso e Ocupação do Solo do Município de Salvador (LOUOS, 1984) define áreas verdes como: “área livre de caráter permanente, com vegetação natural ou resultante de plantio, destinada a recreação, lazer e/ou proteção ambiental”.

As definições de Di Fidio (1990, apud Loboda e Angelis, 2005, p. 133) são mais categóricas, pois ele estabelece as seguintes classificações:

- *Espaços verdes urbanos privados e semi-públicos*: jardins residenciais, hortos urbanos, verde semi-público;
- *Espaços verdes urbanos públicos*: praças, parques urbanos, verde balneário e esportivo, jardim botânico, jardim zoológico, mostra (ou feira de jardins; cemitério; faixa de ligação entre áreas verdes; arborização urbana);
- *Espaços verdes sub-urbanos*: cinturões verdes.

Na visão de Biondi (2000, apud Lima Neto, 2011, pp. 18-19), a vegetação que compõe o meio urbano pode ser distinta pela sua forma de aquisição e manutenção, sendo a arborização urbana o essencial para exprimir as categorias que a constitui.

- *Vegetação do sistema viário*: deve obedecer a arranjos espaciais definidos, hierarquizados, modulados ou que assuma, contrariamente, uma disposição livre mais conformada aos ritmos e ao modelo da natureza;
- *Áreas verdes*: representada por praças, refúgios, bosques e parques, desempenhando juntamente com a vegetação do sistema viário, papel relevante pela presença de massas arbóreas, na proteção e perenização de fontes e mananciais. Podem ser totalmente implantadas, com ou sem o uso de espécies nativas, ou aproveitando alguns remanescentes de cobertura vegetal e de paisagens pré-existentes à urbanização, chegando até a caracterizar áreas de preservação;
- *Áreas verdes privadas e semiprivadas*: áreas arborizadas, tanto de instituições públicas como em instituições particulares, incluindo residências, colégios, campi universitários, clubes, hospitais, hotéis, entre outros.

Assim, a figura 2 mostra arborização urbana como o conjunto da vegetação inserida no espaço citadino, podendo ser categorizada de acordo com a espacialização do verde.

ORGANOGRAMA DE CATEGORIAS QUE COMPÕEM A ARBORIZAÇÃO URBANA

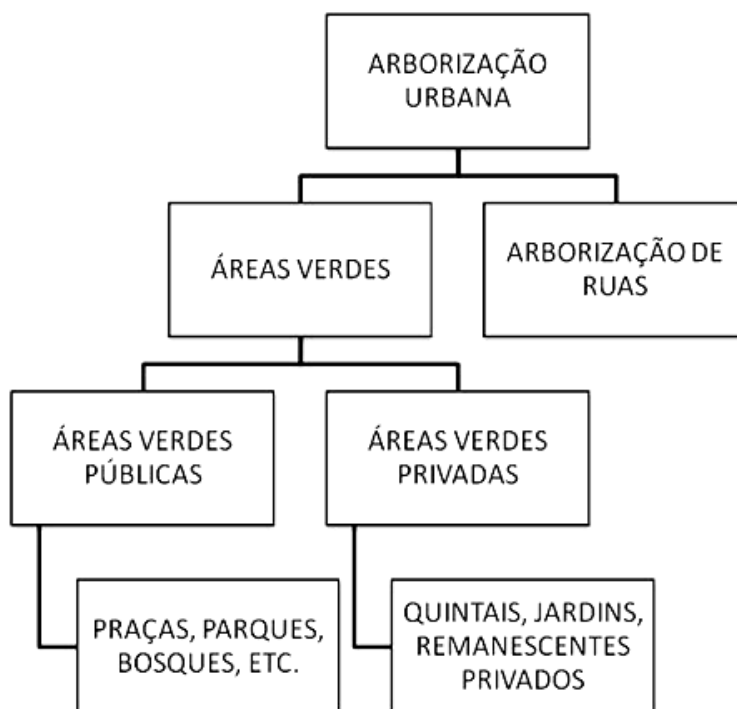


Figura 2: Organograma de categorias que compõem a arborização urbana
Fonte: Lima Neto, 2011.

As definições estabelecidas por Oliveira (1996, apud Bovo 2009, p. 41) acerca do verde urbano limitam-se apenas às áreas verdes, que, para ele, são um conjunto dividido em segmentos individualizados, com relações notáveis entre si. Assim,

- *Áreas verdes públicas*: constituídas pelos logradouros públicos que se destinem ao lazer e recreação ou oportunizem ocasiões de encontro e convívio direto com espaços não construídos e arborizados;
- *Áreas verdes privadas*: constituídas de remanescentes vegetais significativos incorporados à malha urbana, podendo ter sua utilização normatizadas por legislação específica que possa garantir ao máximo a conservação;
- Arborização de ruas e vias públicas: constituída pela vegetação que acompanha as ruas e localizada principalmente nas calçadas e pavimentos.

A definição de Oliveira (1996) se assemelha a das áreas verdes, estabelecida por Queiroz e Matos (2009, apud Santos, 2010 p. 59), em que:

- *Área verde urbana*: é local de uma cidade com solo impermeabilizado e com presença de vegetação, predominando a arbórea. Pode ser de uso público e privado e inclui várias categorias, como arborização de ruas, avenidas, rotatórias, praças, parques, jardins, dentre outras. Deve cumprir as funções ecológica, social e estética.

Abreu et al (2008, apud Lima Neto, 2011, p. 18), definem arborização como um conjunto da vegetação arbórea de uma cidade, seja natural ou cultivada. Este conjunto reúne as árvores das vias públicas, dos parques, das praças e jardins. Essa definição é semelhante à proposta por Queiroz e Matos. O que as diferencia é a terminologia usada, o que são áreas verdes para um é arborização para o outro. Salientam-se como os conceitos se assemelham e se confundem a depender do ponto de vista de determinado pesquisador.

Das definições explicitadas, Lima et al (1994, apud Loboda e Angelis, 2005, p. 133) são os autores que desenvolvem os conceitos do verde no espaço urbano de maneira mais concisa e categórica. Assim,

- *Espaço livre*: trata-se do conceito mais abrangente, integrando os demais e contrapondo-se ao espaço construído em áreas urbanas;
- *Área verde*: onde há o predomínio de vegetação arbórea, englobando as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Os canteiros centrais de avenidas e os trevos e rotatórias de vias públicas que exercem apenas funções estéticas e ecológicas, devem também, conceituar-se como área verde. Entretanto, as árvores que acompanham o leito das vias públicas não devem ser consideradas como tal, pois as calçadas são impermeabilizadas;
- *Parque urbano*: é uma área verde, com função ecológica, estética e de lazer, no entanto com uma extensão maior que as praças e jardins públicos;
- *Praça*: é um espaço livre público cuja principal função é o lazer. Pode não ser uma área verde, quando não tem vegetação e encontra-se impermeabilizada;
- *Arborização urbana*: diz respeito aos elementos vegetais de porte arbóreo dentro da cidade. Nesse enfoque, as árvores plantadas em calçadas fazem parte da arborização urbana, porém não integram o sistema de áreas verdes.

Diante dos conceitos explanados, conclui-se que, para a presente pesquisa, não é apropriada a utilização em sua intitulação dos termos áreas verdes ou arborização urbana. Nas definições têm-se como denominador comum os espaços com jardins, praças e parques e elementos vegetais de porte arbóreo plantados nas calçadas, que

tratam das áreas verdes e arborização, respectivamente. No Cabula há ausência de árvores plantadas nas calçadas, como também de jardins, praças e parques para que o bairro tenha esse caráter classificatório. O mais apropriado é o uso do termo espaços verdes, por se tratar de resquícios de Mata Atlântica inseridos na urbe, que foram suprimidos ao longo das décadas, os quais merecem uma atenção especial, por se tratar de um dos biomas mais ricos em biodiversidade do planeta.

Nesse contexto, evidencia-se que é relevante a coerência na sistematização dos referidos termos, para que não haja ambiguidade ou utilização indevida. Assim, considera-se indissociável o espaço da paisagem, seja ela natural ou modificada. É perceptível nas definições a importância da vegetação inserida no ambiente urbano.

3. Funções e benefícios da vegetação no espaço urbano

O ambiente urbano caracteriza-se pela interação entre os elementos naturais e construídos, bem como por sua dinâmica de uso e ocupação do solo. As edificações substituem a cobertura vegetal, resultando em sérias consequências como a intensificação dos piores aspectos do clima urbano, a demanda crescente por energia e a degradação da qualidade das águas (rios). Elementos climáticos são afetados pelas condições de artificialidade, caracterizados essencialmente pelas edificações e pela ausência da vegetação do meio urbano (VELASCO, 2007, p. 22).

A valorização de áreas verdes tem o potencial de mitigar os efeitos adversos da urbanização de forma sustentável, tornando as cidades mais atraentes para viver. Atualmente, há um apoio crescente da sociedade por mais espaços verdes em torno da cidade. Na Europa – especificamente a União Europeia – há um projeto de investigação chamado Benefícios do Espaço Verde Urbano (*Benefits of Urban Green Space* - BUGS) cujos objetivos são desenvolver uma metodologia para avaliar o impacto nos espaços verdes e os padrões de assentamento na qualidade do ambiente e bem estar social e formular recomendações sobre o uso dos espaços verdes como uma ferramenta de projeção estratégica para o planejamento urbano (RIDDER et al, 2004, p. 489).

A vegetação como elemento principal de um ambiente citadino de qualidade desempenha funções essenciais nesse espaço. Reconhecer sua devida importância para a cidade é indispensável para os planejadores e usuários de tais espaços. Os benefícios proporcionados pelo verde independem da categoria, pois, seja arborização de ruas ou áreas verdes, sempre serão propiciados os aspectos ecológicos, de lazer e estéticos. A partir desse princípio, serão descritas as principais funções desempenhadas pela flora.

Quanto à importância da vegetação, Monteiro (1976, p. 46) comenta que “[...] a necessidade que o homem tem de vegetação extrapola um valor meramente sentimental ou estético”. Sitte (1992, apud Bucchini Filho, 2006a) ressalta que “[...] nem sequer um arbusto poderia ser sacrificado em nome de inevitáveis construções na cidade – ao contrário, toda a vegetação existente deveria ser ampliada através de novas arborizações”. Ou seja, a vegetação é vista como uma necessidade para as cidades.

Dessa forma, os autores Mascaró e Mascaró (2005, p. 13) afirmam que as áreas verdes

Desempenham funções importantes para o recinto urbano e para seus habitantes, ajudam no controle do clima e da poluição, conservação da água, na redução da erosão e na economia de energia. Além disso, promovem a biodiversidade e o bem estar dos habitantes, valorizam áreas, embelezando espaços de moradia.

Os mesmos autores afirmam que as espécies vegetais – arbóreas arbustivas e herbáceas – em especial as árvores, são elementos essenciais no meio urbano, pois caracterizam espaços da cidade através de suas formas, aspectos, cores e modo de agrupamento; são elementos de composição e do desenho urbano ao contribuir para organizar, definir e até delimitar esses espaços.

Le Corbusier (1977), em suas pesquisas, esforçou-se em encontrar as condições de natureza perdidas na cidade maquinista, indagando a si próprio como fazer compatível a cidade moderna tecnificada com a conservação e/ou criação de um habitat natural para o homem, a simbiose da cidade na paisagem. Suas propostas são usadas com finalidades que ele nem imaginaria: o terraço-jardim que exemplifica bem como as

soluções ambientais podem ser habilmente combinadas com as arquitetônicas e urbanas; obtendo-se resultados não só energeticamente eficientes mas também encantadores. Os jardins sobre o Pavilhão *L'Esprit Nouveaux* são uma verdadeira contribuição para o verde do bairro que o acolhe e constituem-se em excelente isolamento térmico do edifício, ao estarem projetados para serem cobertos por pérgolas com trepadeiras de folhas caducas, que proporcionam a desejada sombra do verão. A ideia inovadora de usá-los nos projetos habitacionais tanto de casas populares como residências de alto padrão traz exemplos de belas composições usando densidades foliares e tamanhos combinados de plantas. Essa utilização da vegetação é hoje uma das estratégias recomendadas pelo projeto ambiental que procura reduzir os efeitos da ilha de calor e da poluição urbana, assim como o consumo de energia nas cidades (MASCARÓ e MASCARÓ, 2005, p. 11).

A Sociedade Internacional de Arboricultura¹ (*International Society of Arboriculture*) é uma organização internacional que tem por objetivos disseminar a valorização das árvores ao público em geral, educar arboristas e promover a pesquisa da arboricultura, visando a prioridade máxima nos estudos dos benefícios ecológicos das florestas urbanas. Em suas pesquisas, tem constatado o papel desempenhado pela flora em manter saudáveis os ecossistemas urbanos, prestação de serviços ecológicos, através dos seguintes benefícios: filtragem de água e poluição do ar, redução dos fluxos de água pluviais, balanceamento da produção de carbono, conservação da energia, redução da erosão do solo e benefícios diretos para a saúde do homem.

De acordo com Pivetta e Silva Filho (2002, p.7), a vegetação urbana desempenha funções importantes nas cidades. As árvores, por suas características naturais, proporcionam muitas vantagens ao homem que vive na cidade, sob os seguintes aspectos:

- Proporcionam bem estar psicológico ao homem;
- Proporcionam melhor efeito estético;
- Proporcionam sombra para os pedestres e veículos;
- Protegem e direcionam o vento;

¹ Disponível em <http://www.isa-arbor.com>, Acesso em 30 mar. 2012, 18:30

- Amortecem o som, amenizando a poluição sonora;
- Reduzem o impacto da água de chuva e seu escoamento superficial
- Auxiliam na diminuição da temperatura, pois absorvem os raios solares e refrescam o ambiente pela grande quantidade de água transpirada;
- Pelas folhas, melhoram a qualidade do ar;
- Preservam a fauna silvestre.

Os aspectos descritos pelos autores referidos no parágrafo anterior são demonstrados claramente na figura 3 a seguir:

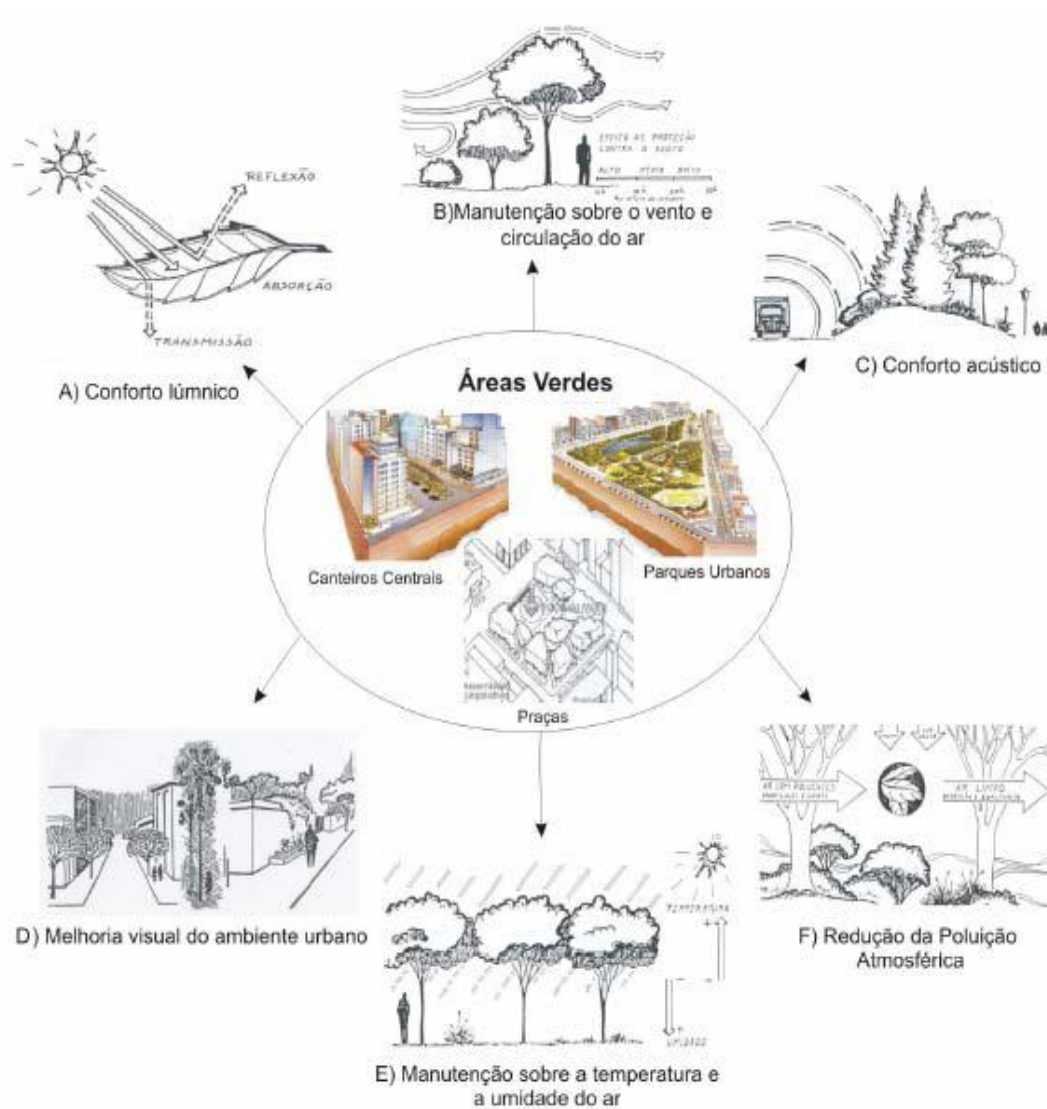


Figura 3: Benefícios proporcionados pela flora urbana

Fonte: Disponível em <http://www.bioagri.com.br/site/img_site/arquivos_ambiente> Acesso em 31 out. 2011, 19:00.

Para Mascaró e Mascaró (2005, p. 32), a vegetação atua nos microclimas urbanos contribuindo para melhorar a ambiência urbana sob diversos aspectos, funcionando como um termorregulador microclimático, a citar:

- Ameniza a velocidade e direção dos ventos;
- Atua como barreira acústica;
- Quando em grande quantidade, interfere na frequência de chuvas;
- Através da fotossíntese e da respiração, reduz a poluição do ar.

Segundo Carvalho (2003, apud Lima Neto, 2011, p.21), a vegetação, em alguns casos, constituem canais e barreiras em que as folhagens funcionam como relevantes obstáculos para ruídos de caráter estridente comuns nas cidades. Essa afirmativa está em conformidade com as pesquisas de Mascaró e Mascaró (2005, p. 59), que afirmam o seguinte:

As árvores e a vegetação em geral podem ajudar a reduzir a contaminação do ruído de maneiras diferentes: pela absorção do som (eliminando-o), pela desviação (altera-se a direção do som), pela reflexão (o som refletido volta a sua fonte de origem), pela refração (as ondas sonoras mudam de direção ao redor de um objeto, por ocultamento – cobre-se o som indesejado por outro mais agradável). Dessa maneira, as plantas amenizam o ruído. As barreiras vegetais desviarão o som para longe dos ouvintes e refletirão o ruído para sua fonte uma vez que encontre os ângulos adequados em relação à sua origem.

O Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM)² enfatiza as funções da vegetação pronunciando que, apesar das áreas verdes majoritariamente serem desenhadas para a recreação e aumentarem o valor estético de um local, sua utilidade excede amplamente estas funções. Essa afirmativa completa-se com os benefícios proporcionados pelas áreas verdes asseverado por Guzzo (1999, apud Loboda e Angelis, 2005, p. 134), conferidos através das funções estética, social e ecológica. Para o autor, as contribuições ecológicas ocorrem na medida em que os elementos naturais que constituem esses espaços minimizam os impactos decorrentes da urbanização. A função estética pauta-se, principalmente, em integrar os espaços construídos e os destinados à circulação. A função social está diretamente relacionada à disponibilidade de espaços para o lazer da população.

² Disponível em <<http://www.ibam.org.br>> Acesso em 01 abr, 2012, 19:30.

Alguns autores destacam ainda mais os benefícios da vegetação, ressaltando sua importância para o psicológico. Esses espaços verdes tornam-se referência para atividades humanas, pois garantem estabilidade emocional e redução do estresse, transmitindo harmonia, paz, tranquilidade, sensações estas alcançadas pelo contato com a natureza, vital ao equilíbrio psíquico humano (LIMA NETO, 2011, p.22).

Além de todos os benefícios citados, vale ressaltar o econômico. Pesquisas comprovam que a vegetação contribui para a redução de energia elétrica. Um parâmetro importante para essa afirmação é o reconhecimento da temperatura do ar produzida pela morfologia urbana, através de estudos em espaços (bairros e ruas) com a presença e ausência do componente vegetal. Dessa forma, Velasco (2007), analisou em sua pesquisa três diferentes regiões da cidade de São Paulo, a primeira com 3,72% de cobertura verde, a segunda com 11,71%, e a terceira com 33,92%. Os locais foram escolhidos através do geoprocessamento, a partir das imagens de alta resolução do satélite Ikonos II. A pesquisa demonstrou que o local com menor cobertura arbórea possui uma maior necessidade de refrigeração artificial, pois a temperatura às 9 horas chegou a ser 2,14 graus maiores que a região mais arborizada.

Estudos realizados por Quatrocchi e Ridd (1998), através do Sensoriamento Remoto, indicaram que a vegetação urbana tem grande responsabilidade na redução do calor que chega à superfície urbana. Shashua-Bar e Hoffman (2000) analisaram o efeito da vegetação no clima com base em levantamento de dados em campo e desenvolvimento de um modelo de estimativa de redução de temperatura. A pesquisa foi executada em onze locais arborizados (dois jardins, quatro avenidas, uma praça, dois quintais e duas ruas). Em todos os locais foi significativo o efeito da vegetação no resfriamento, sendo que 80% deste efeito foi proveniente da sombra das árvores. Akbari (1997) elaborou um estudo em cidades do Canadá com simulações computacionais. Avaliou o seguinte: aumentando em 30% a cobertura vegetal, o uso de energia para o aquecimento seria 10% menor em residências dentro de áreas urbanas e 20% menor em residências no subúrbio, em razão da proteção das árvores contra os ventos na área urbana. Outros estudos realizados em Los Angeles indicaram

que a sombra das árvores reduz em 18% a necessidade de condicionamento de ar (VELASCO, 2007 pp. 34-36).

Diante das descrições, evidencia-se a importância do verde no espaço urbano. De maneira sintética, as funções e os benefícios da vegetação resumem-se em: barreira acústica; sombreamento; ventilação (canalização dos ventos); controle da poluição atmosférica; complemento alimentar (árvores frutíferas); proteção de encostas (locais com declividade significativa). Além do lazer, que é um direito de todos assegurado pela Constituição da República Federativa do Brasil e condicionado pelos espaços verdes. Desse modo, o conhecimento de parâmetros que qualifiquem e quantifiquem os benefícios proporcionados pela vegetação nos recintos urbanos é essencial para profissionais do planejamento e gestão das cidades.

4. Espaços Verdes em Salvador

Na cidade do Salvador há ainda presença dos resquícios do bioma da Mata Atlântica com pequenas proporções dos ecossistemas de Restinga³ e Mangue⁴. Atualmente, há apenas alguns fragmentos desses ambientes. Apesar de reduzida, essa cobertura vegetal possui uma significância considerável, pois contribui para qualidade ambiental no espaço soteropolitano⁵.

Mata Atlântica foi o primeiro nome dado pelos portugueses à extensa muralha verde que separava o oceano Atlântico das terras interiores. No vasto conjunto do território intertropical e subtropical brasileiro destaca-se o contínuo norte-sul das matas atlânticas, na categoria de segundo grande complexo de florestas tropicais biodiversas brasileiras. A floresta Atlântica de clima tropical úmido estende-se ao longo das montanhas e das encostas voltadas para o mar, bem como na planície costeira. As plantas crescem em sua maior parte como epífitas revestindo os troncos e galhos das árvores,

³ A vegetação de Restinga é um ecossistema associado à mata Atlântica; concebeu-se o termo Restinga que, na sua essência, refere-se aos cordões de areias vinculados à história da sedimentação marinha costeira, dando-se à expressão uma conotação única florística (AB'SÁBER, Aziz Nacib, 2005, p. 47).

⁴ Os Manguezais são encontrados no litoral brasileiro. Apenas algumas espécies vegetais adaptam-se a esse ambiente hostil, as raízes são aéreas, além da presença do sal em solução na água e a absoluta ausência de ar no solo (JOLY, Aylthon Brandão, 1970, p. 20).

⁵ Soteropolitano é o gentílico usado para os indivíduos nascidos na cidade do Salvador no estado da Bahia. Do grego Soteropólis (cidade do Salvador), Sotero equivale a Salvador e Pólis significa cidade.

sempre a sombra protetora da mata, mesmo as folhas maiores de arbustos e ervas gigantes acham-se, também cobertas por delicados musgos. Como traços marcantes desta vegetação devem ser destacados a presença de grande número de árvores com raízes tabulares e outras com raízes escoras, ambas servindo a função de fixação, pelo aumento da superfície de apoio, no solo raso, quase não existente. Dentre a vegetação baixa, herbácea, que cresce por entre os troncos das árvores e arbustos, tem especial destaque os inúmeros pacovás (ROSS, 2009; AB'SÁBER, 2003; JOLY, 1970;).

Apesar de sua devida importância esses espaços verdes, que se referem à arborização e áreas verdes estão ameaçados pela forte especulação imobiliária. Esse fato agrava-se pela desigual distribuição de áreas verdes e arborização. Essa diferenciação varia entre os bairros, ou seja, nos bairros nobres há uma presença significativa do verde, em contraposição aos bairros populares.

A preocupação com os Sistemas de Áreas Verdes surge em 1935 com a primeira Semana do Urbanismo. A criação do Escritório de Planejamento Urbanístico da Cidade do Salvador (EPUCS) propunha que as áreas verdes urbanas se apresentassem em forma de parques contínuos constituídos pelas áreas planas e pelas encostas dos vales que envolvem os setores residenciais (CARVALHO e PONTES, p. 236).

Segundo informações da Prefeitura Municipal do Salvador (PMS), é no ano de 1972 que surgem esboços de propostas acerca do Sistema de Áreas Verdes e Espaços Abertos (SAVEA). No ano de 1973, após ter sido inventariado e identificado o que ainda restava, o Governo do Município de Salvador, com base na lei nº 2.549/73 e através dos decretos nºs 4.524/73, 4.551/73 e 4.756/75, incorporou ao Sistema de Áreas Verdes do Município todos os remanescentes de Mata Atlântica, estabelecendo três categorias: áreas de domínio público, áreas não edificáveis e áreas arborizadas (SALVADOR, 1978 p. 17).

Em 1978 foi elaborado um plano para o SAVEA, através do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano da Cidade do Salvador (PLANDURB), que evidenciava urgência de providências imediatas, através de medidas institucionais para controlar o uso das áreas não edificadas, que se tornavam cada vez mais escassas e com o estímulo do próprio poder público, inclusive o municipal, principalmente mediante a abertura de novas vias (SANTOS, 2010, p. 65).

O estudo do PLANDURB objetivou focar a problemática da preservação dos recursos naturais de Salvador, definindo o Sistema de Parques de Recreação articulado com a Política de Proteção de Áreas Verdes. Porém, o estudo alegou insuficiências técnicas para realização do trabalho, devido ao sítio apresentar complexidade na composição dos fatores geológicos e antrópicos, exigindo então um estudo pormenorizado para servir de base a um Sistema de Áreas Verdes e Espaços Abertos capaz de garantir uma urbanização qualitativa, respeitando seus valores ambientais e paisagísticos (SANTOS, 2010, p. 65).

O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município⁶ (PDDU), atualmente o mais recente instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, foi aprovado no ano de 2008, de acordo com a Lei nº 7.400. Dispõe o seguinte sobre o ambiente natural:

- Inserção de áreas verdes e de arborização;
- Adoção de modelo urbanístico que viabilize maior preservação de áreas verdes;
- Maior conforto bioclimático, considerando os microclimas locais como direcionadores de soluções de projetos sustentáveis;
- Criação de espaços públicos de lazer e áreas verdes.

Apesar do que está disposto no PDDU, a realidade do contexto atual da cidade difere conforme a lei, os espaços verdes de Salvador reduzem-se a cada dia, resultado da forte especulação imobiliária. Os resquícios de Mata Atlântica têm sofrido alterações quali-quantitativas, conseqüentemente a extinção de espécies da flora e da fauna, como também a inserção de espécies exóticas, alterando significativamente o microclima (modificação da velocidade e direção dos ventos; ausência da barreira acústica; aumento da poluição do ar; modificações nas taxas de evapotranspiração – interferindo na frequência das chuvas). Resultando, em um espaço ambientalmente modificado, repercutindo em alterações econômico-sociais.

⁶ Segundo a Constituição da República Federativa do Brasil, capítulo II, art 182, parágrafo 1º da Política Urbana, o Plano Diretor, aprovado pela Câmara Municipal é obrigatório para as cidades com mais de vinte mil habitantes.

Dessa maneira, é de fundamental importância a aplicabilidade de instrumentos que constituem a Política do Meio Ambiente da Constituição da República Federativa do Brasil em concomitância com o Estatuto da Cidade, para que se estabeleçam políticas públicas com a finalidade de regulamentar eficazmente o uso da vegetação para uma melhor qualidade ambiental nos espaços urbanos.

5. Geotecnologias e suas aplicabilidades

Atualmente as geotecnologias constituem-se como ferramentas indispensáveis para a realização de pesquisas em diversos segmentos, pois fornecem meios para integrar e atualizar informações para o êxito dos resultados obtidos. Com a evolução dos métodos, a geotecnologia através do processamento digital tem permitido avanços significativos no desenvolvimento das pesquisas, conseguindo alcançar resultados cada vez mais otimizados e satisfatórios.

Como as demais áreas de conhecimento, a Geografia experimentou diversos caminhos para se constituir como ciência. Um dos direcionamentos percebidos teve por base a necessidade de transformação das técnicas de pesquisa vinculadas aos avanços científico-tecnológicos ocorridos ao longo do tempo. Há um paradigma ao se tratar da crescente utilização de meios tecnológicos sugerindo a aproximação de correntes científicas diversas, pois, por outro lado, esta pode reafirmar certas dicotomias do saber geográfico. Numa retrospectiva da evolução da ciência geográfica faz-se necessário elucidar a Geografia Tradicional, cujos princípios nortearam trabalhos realizados dentro de concepções científicas, sendo utilizados até os dias atuais, especialmente na estruturação de estudos baseados no uso de geotecnologias (FITZ, 2008, pp. 13-17).

A utilização das técnicas através dos computadores bem como dos sistemas de informação foram difundidos de maneira abrangente a nível internacional nas últimas décadas, contribuindo significativamente para a velocidade no resultado de pesquisas. Diariamente, *softwares* e *hardwares* são desenvolvidos e aprimorados, tornando-se acessíveis, constituindo ferramentas essenciais no desenvolvimento das ciências. Por outro lado, Branco (1997, p. 77) pronuncia que “o impacto dessas tecnologias tem sido

imenso, uma vez que esse impacto se dá de maneira desigual entre as diferentes formas do saber devido às limitações impostas pela linguagem da máquina”.

As unidades básicas de informação geográfica foram decididas muito cedo, os primeiros cartógrafos modernos representavam objetos do mundo real ou unidades administrativas por pontos acuradamente desenhados e linhas de símbolos, escolhidos para ilustrar seus mais importantes atributos. O mapeamento das ciências geodésicas, através de levantamentos da fotogrametria e desenvolvimento da cartografia propagou uma série de ferramentas poderosas para registrar com precisão a representação, localização e características (normalmente referidos como atributos) de fenômenos naturais bem definidos. É somente a partir da década de 1960, com a disponibilidade do computador digital, que tanto os métodos conceituais para análise espacial quanto o potencial real do mapeamento temático quantitativo e a análise espacial puderam se desenvolver. Atualmente, o desenvolvimento dos Sistemas de Informação Geográfica, aplicação de modelagem lógica numérica e métodos estatísticos para dados espaciais é quase rotina e de grande relevância (BURROUGH e MCDONNELL, 1998, pp. 01-04).

Para Brodaric e Gahegan (2002, p. 22), nas Geociências há modificações conceituais regularmente em suas disciplinas. Mas, apesar de haver transformações, a arquitetura dos sistemas de informação é destinada principalmente a apoiar estruturas conceituais estáticas, resultando numa diferença semântica entre a evolução do saber no que concerne a esses conceitos e como eles são representados nos sistemas.

Assegura-se que tem havido uma alta valorização do desenvolvimento tecnológico, que se converte em ideal, para que a Ciência, através das técnicas, apresente-se com aplicação concreta, a fim de satisfazer as demandas sociais tendo em vista uma dinâmica de trocas. Por conseguinte, as tecnologias de informação podem considerar-se atualmente como base para grande parte das atividades humanas (BUZAI, 2004, apud CASTANHO, 2006, p. 61).

Para estudar o espaço geográfico, bem como suas características, pressupõe-se que haja conhecimento e informação. Atualmente, essas informações podem ser

trabalhadas de modo mais veloz com o uso das recentes tecnologias. Dessa maneira, as geotecnologias propendem a se destacar devido aos seus atributos funcionais. Assim, será definido o que são as Geotecnologias e suas aplicabilidades.

As geotecnologias, em especial representadas pelo Sensoriamento Remoto, Sistema de Informação Geográfica e Sistema de Posicionamento Global (GPS)⁷, apresentam uma série de facilidades na geração e produção de dados e informações para o estudo do espaço geográfico e seus fenômenos. Utilizando estas ferramentas podem-se produzir informações em pouco tempo e com custo baixo, combinando informações de dados espaciais multi-fontes a fim de analisar as interações existentes entre as variáveis, elaborar modelos preventivos para dar suporte às tomadas de decisões (COPPOCK, 1995; BONHAM-CARTER, 1995, apud MARCELINO, 2007, p.13).

Na concepção de Alvarado (2004), a geotecnologia é uma “cartografia do século XXI” que se apresenta desde fins do século XX como uma ciência integradora, permitindo analisar e conhecer o espaço geográfico, com o uso de diferentes técnicas como a Fotogrametria, o Sensoriamento Remoto, a Cartografia, os SIG e o GPS. A geomática ou geotecnologia tem como objetivo principal o seu desenvolvimento teórico e prático, a análise geográfica, constituindo um suporte para o desenvolvimento principalmente das Ciências da Terra, apoiando e estreitando processos decisórios, planejamento estratégico, gestão territorial para os setores produtivos, sociais, governamentais, permitindo seu campo de ação no espaço geográfico com uma ampla visão científica e integralizadora (ALVARADO, 2004, apud CASTANHO 2006, pp. 86-87).

Para Buzai (2004, apud Castanho 2006, p. 84) as Geotecnologias:

[...] Crea una nueva visión del espacio geográfico y sus modelos presentarán un amplio impacto como modo predominante de ver a realidade en el análisis espacial a finales de siglo y durante el siguiente, por lo tanto, estamos en presencia de la aparición de um nuevo paradigma como nueva forma de ver a realidade [...].

⁷ Sistema de Posicionamento Global do inglês *Global Positioning System* (GPS).

Em um das edições da Revista *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, um artigo sobre mapeamento de árvores afirma o seguinte sobre as geotecnologias, em especial os SIG:

[...] Oferecem possibilidades para combinar ou integrar informação estatística e espacial. Essas acessíveis ajudas tecnológicas permitem visualizar resultados de análise espacial de fácil compreensão e consulta. As multi-escalas de análises permitem mostrar situações locais em todo país. Satélites de Sensoriamento Remoto estão bem adaptados às estratégias existentes para mapear esse tipo de informação ao mesmo tempo, proporcionando vantagens importantes, principalmente em grandes áreas (2010, p. 643).

Percebe-se o quanto as técnicas são essenciais para análises espaciais, seja qual for a categoria estudada. As Geotecnologias referentes aos SIG e Sensoriamento Remoto estão interligadas cada vez mais, com uma vasta aplicação em pesquisas oferecendo um grande potencial nos estudos geográficos. O geoprocessamento é essencial para a eficácia e operacionalização da técnica, sendo definido subsequentemente assim:

O Geoprocessamento pode ser entendido como um conjunto de conceitos, métodos e técnicas de diversas origens que, operando sobre base de dados georreferenciados, pode associá-los a bancos de dados convencionais e transformar os dados com que opera, que são registrados de ocorrências, em ganhos de conhecimento, ou seja, em informação, cujo valor social está na capacidade de apoio à decisão (XAVIER DA SILVA e MARINO, 2011, p. 19).

Os mesmos autores ressaltam ainda numa perspectiva ambiental que “ao identificar e propiciar a análise das entidades e eventos envolvidos numa situação ambiental, o geoprocessamento como ramo científico-tecnológico, investiga e descreve a área geográfica em estudo”.

Além de ser um ramo científico-tecnológico, o geoprocessamento pode ser entendido como:

Uma estrutura de análise de situações ambientais relevantes, aplicado segundo diretrizes realmente democráticas, em suas diversas escalas de aplicação, particularmente de forma disseminada em nível municipal, com responsabilidades, potencialidades e benefícios partilhados e, assim, tornada capaz de reproduzir a relativa liberdade que possuímos de realizar, em experimentos acadêmicos, investigações que apoiem decisões quanto ao uso racional dos recursos ambientais (XAVIER DA SILVA e MARINO, 2011, p.21).

A visão de Assad e Sano (1998, apud Lima Neto, Biondi, Araki, 2010, p.02) em relação ao geoprocessamento é mais sucinta, definindo-o como um conjunto de tecnologias que integram as fases de coleta, o processamento e uso de informações relacionadas ao espaço físico, seus cruzamentos, análises e produtos.

Para Fitz (2008, p. 11), as Geotecnologias são compreendidas como as novas tecnologias ligadas às geociências e correlatas, as quais trazem avanços significativos no desenvolvimento das pesquisas, em ações de planejamento, em processos de gestão, manejo e em tantos outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico. O autor afirma ainda que essas considerações tornam-se importantes à medida que profissionais das mais diversas áreas atuam diretamente com questões espaciais. E a inserção de diferentes profissionais, a citar o geógrafo, para um ambiente interdisciplinar é essencial para um resultado satisfatório.

O mesmo autor ressalta o seguinte:

É importante destacar a estreita ligação entre as geotecnologias e as concepções científicas relacionadas à ciência geográfica. Tal condição vai direcionar o entendimento dos processos, procedimentos, análises etc. vinculados aos SIGs e às técnicas do geoprocessamento (FITZ, 2008, p. 13).

Silva (2003 apud Castanho e Teodoro, 2010, p. 137) conceitua as geotecnologias de maneira categórica com a arte e a técnica de estudar a superfície da Terra e adaptar as informações às necessidades dos meios físicos, químicos e biológicos. Dessa forma, fazem parte dessa tecnologia o Processamento Digital de Imagem (PDI), a Geoestatística e os SIG.

A visão de Castanho (2006, p. 62) sobre as Geotecnologias é um pouco mais ampla. Para esse autor é definida da seguinte forma:

[...] O entorno da geotecnologia, é muito mais amplo do que se estabelece, não somente como mero instrumental para mapeamentos, localizações pontuais, etc., mas sim, um conjunto de fatores que levam a resultados almejados por diferentes profissionais, mas que no caso em questão, ou seja, a interface com a Ciência Geográfica, o objetivo central é o objetivo principal, a análise do espaço geográfico e suas consequências para a sociedade.

Analisando as definições geotecnológicas, compreende-se sua vasta aplicabilidade vigente nas pesquisas, podendo ser utilizado em diversos segmentos da sociedade como pode ser verificado na figura 4. Através de dados espaciais (bases cartográficas, imagens de satélite, fotografias aéreas) que podem ser vetorial ou matricial, utiliza-se diferentes ferramentas para tratamento e análise de tais dados. Aplica-se a técnica do geoprocessamento, que tem em sua atribuição transformar dados ambientais, sociais, econômicos, dentre outros georreferenciados em informação espacial, para obter-se o resultado esperado. “[...] Esta acepção permite aquilatar a validade e o tratamento de bases de dados, corretamente estruturados como sistemas de informação, para identificação, posicionamento e análise das relações constatáveis” [...] (Xavier da Silva e Marino, 2011, p. 18). Em função disso, diversos profissionais têm utilizado essa técnica, para trabalhar de maneira precisa e rápida. Sendo de grande relevância para diagnosticar problemas e favorecer soluções, apoiando à tomada de decisões.

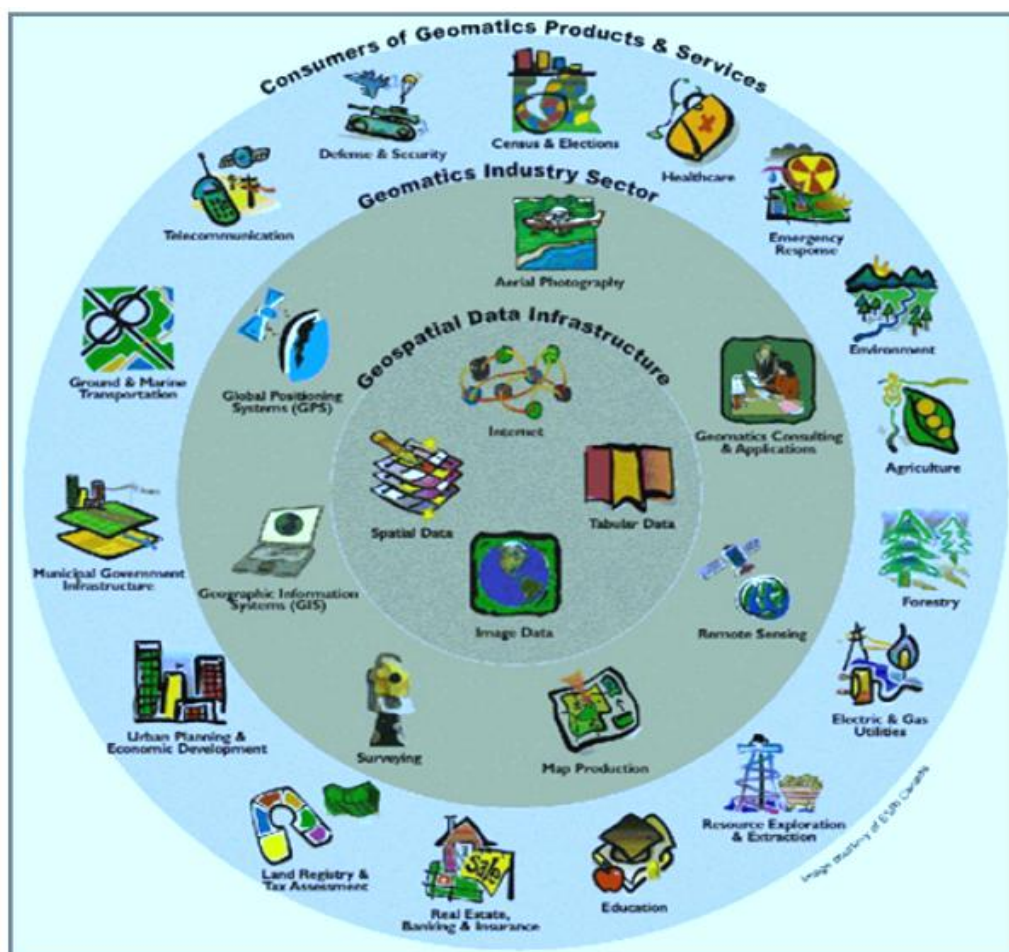


Figura 4: Modelo de aplicação das Geotecnologias
Fonte: Castanho, 2006.

A Geotecnologia ou Geocomputação, como denominada por alguns autores, numa linguagem mais computacional, é um campo emergente de pesquisa, que defende o uso de técnicas intensivas, tais como redes neurais, busca heurística e autômatos celulares para análise de dados espaciais. Uma vez que uma quantidade crescente de problemas é coletada em um referencial geográfico, os métodos geocomputacionais mostram o aumento do potencial para análise de dados nas mais diversas áreas (CÂMARA e MONTEIRO, 2001a, p. 1059).

A interface do processamento de dados com os conhecimentos geográficos contribui no uso efetivo de alguns recursos computacionais disponíveis atualmente para análises e projeções relativas aos problemas espaciais.

Deste modo, a aplicação das variadas ferramentas que compõem a geotecnologia alicerçada no desenvolvimento moderno de mecanismos computacionais, associada à oferta de um grande volume de dados do espaço geográfico, contribui para os mais variados segmentos no planejamento, empregado nas mais diversas esferas da sociedade, permeando o espaço ambiental, urbano, rural, social, entre outros. Com a devida atuação de profissionais preocupados com a utilização correta dessas informações e, conseqüentemente, com a espacialização das mesmas. Nesse contexto, a determinação da localização e a forma de enumeração das expressões espaciais, variam de acordo com interesse que se pretende obter, podendo perfeitamente, apresentar resultados satisfatórios (XAVIER DA SILVA e MARINO, 2011, p. 19; CASTANHO, 2006, p. 87).

5.1. Sistemas de Informação Geográfica: conceitos e aplicações

Na Geografia, os sistemas de informação materializam-se através dos Sistemas de Informação Geográfica. O seu uso tem-se tornado tão difundido que há *softwares* disponíveis na Internet, que seriam as “amostras grátis” de produtos mais sofisticados ou até mesmo produtos completos para utilização a citar o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING), disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que conjuga funções de processamento de imagens, análise

espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais⁸. O fascínio dos Sistemas de Informação Geográfica estende-se além das fronteiras da Geografia. A sua rápida difusão por diferentes áreas do saber e também nas áreas de administração, especialmente pública, e na área comercial e financeira, justificam uma reflexão a respeito do papel destes sistemas no campo do conhecimento geográfico (BRANCO, 1997, p. 77).

O termo SIG possui algumas definições, as quais vêm sendo discutidas no meio acadêmico há algum tempo. Pesquisadores especializados nessa temática, ou os desenvolvedores de *softwares*, apresentam suas definições para os SIG de acordo com sua pesquisa desenvolvida. A maioria dos autores define a nomenclatura usando a tradução do inglês *Geographical Information Systems* ou *Geographic Information Systems* (GIS) ao verter para a língua portuguesa significa Sistemas de Informação Geográfica, terminologia essa utilizada no presente trabalho.

Mas, antes de expor tais definições, é significativo fazer uma elucidação breve dos termos Sistema e Informação.

Um Sistema pode ser entendido como um conjunto integrado de elementos interdependentes, estruturado de tal forma que estes possam relacionar-se para execução de determinada função. Já a Informação poderia ser considerada como um conjunto de registros e dados interpretados e dotados de significado lógico. Dessa forma, um Sistema de Informação seria compreendido como um sistema utilizado para coletar, armazenar, recuperar, transformar, visualizar dados e informações a ele vinculados (FITZ, 2008, p. 23).

Diante da definição colocada por Fitz (2008, p. 23), o SIG é um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, que integra dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido. Para o autor, a sigla SIG designa Sistema de Informações Geográficas. Essa

⁸ Disponível em <<http://www.mundogeomatica.com.br/spring5x.htm>>, Acesso em 20, abr, 2012, às 22:00h.

terminologia justifica-se por se tratar de um sistema computacional que trabalha um número infinito de informações de cunho geográfico.

Em relação à definição de Fitz, Candeias et al. (1998, apud Silva et al, 2004, p. 17) é mais conciso esclarecendo que os SIG estão baseados em operações de consulta e manipulação de dados geográficos, utilizando-se de atributos espaciais e não espaciais de entidades gráficas para simulações sobre aspectos e parâmetros de fenômenos reais.

Para Silva (2004, et. al, p. 17), não é possível estabelecer uma definição única e universal para os SIG, por exercerem um papel integrador de tecnologias de campos diversificados e apresentando uma razoável variedade de tipos concebidos para diferentes finalidades. Analisando analogicamente essa afirmação, percebe-se sua semelhança com o conceito apresentado por BRANCO (1997, p. 78) “as características dos SIG fazem com que o número de adeptos do seu uso seja cada vez maior, havendo uma variedade de explicações e definições sobre o que seja um SIG”.

Conforme Ferreira (2006, p.02), os SIG são um tipo especial de sistemas de informações. Como uma categoria de programa computacional, que é utilizada para entrada, manipulação e exibição de informações geográficas, combinando programa computacional com equipamentos, dados, usuários e procedimentos, para resolver um problema, auxiliar decisões e planejamentos. O autor ressalta, ainda, que os SIG possuem dois significados distintos, analisados pela perspectiva do usuário e do desenvolvedor, definindo-os da seguinte maneira:

- Aplicação real dos SIG inclui equipamentos, dados, programas computacionais, recursos humanos e métodos necessários para resolver um dado problema. Nessa afirmativa, Ferreira faz menção à aplicação do SIG, sendo verificado na figura 5 a seguir:



Figura 5: Aplicação do SIG
Fonte: Ferreira, 2006

- Os SIG referem-se a um tipo de programa computacional vendido ou então disponibilizado por um desenvolvedor de programas computacionais.

A visão de Ferreira é um pouco extremada e elementar ao afirmar que os SIG possuem significados diferentes. Os SIG não deixam de ser parte de um programa computacional por se tratarem um sistema de informação, como também são uma ferramenta utilizada e aplicada para análise espacial de um determinado problema. As definições deveriam se completar, para que se tenha uma compreensão integrada dos Sistemas de Informação Geográfica. Dessa forma, Branco (1997, p.78) afirma que os SIG são “sistemas com base em computador que apresentam natureza espacial por fornecer informações não só sobre os fenômenos, mas também sobre sua localização no espaço”.

A obra escrita por pesquisadores de instituições brasileiras e portuguesas intitulada de “SIG: uma plataforma para introdução de técnicas emergentes no planejamento urbano, regional e de transportes: uma ferramenta 3D para análise ambiental urbana, avaliação multicritério, redes neurais artificiais”, inicialmente discutem-se os conceitos relacionados aos SIG, apresentando o ponto de vista de autores variados como Bernharden, Foote, Lynch, Câmara entre outros.

Assim, os SIG consistem, segundo Câmara (1999, apud Silva et al, 2004, p. 17), de um conjunto de ferramentas capazes de adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais. Para o autor, o termo Sistemas de Informação Geográfica

“é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e armazenam a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados”, tal como descrito no início do presente trabalho. O que diferencia um SIG de um sistema de informação convencional é sua capacidade de armazenar tanto atributos descritivos como as geometrias dos diferentes tipos de dados geográficos. Esse sistema deve ter mecanismos de processamento de dados espaciais, que são: entrada, adição, análise, visualização e saída (CÂMARA, et. al, 2001, p. 7; 2005, p. 02).

Foot e Lynch (1997, apud Silva et al, 2004, p. 17) discutem precisamente a definição dos SIG, apontam-no como “bases de dados digitais de propósito especial ao qual um sistema de coordenadas espaciais comum é meio primário de referência”. Os mesmos autores ressaltam observações importantes nesta definição: toda informação em um SIG é vinculada a um sistema de referências espaciais (“geo-referências”), o qual é utilizado para armazenamento e acesso às informações; os SIG integram diversas tecnologias e, pelo seu conjunto de funções, devem ser vistos como um processo e não simplesmente como *software* ou *hardware*, exercendo um importante papel em tomadas de decisões.

No entanto, a interpretação de Bernharden (1999, apud Silva et. al, 2004, p.18), assemelha-se a de Foot e Lynch (1997) para ele, o termo GIS (ou SIG, em português) atualmente é utilizado genericamente para qualquer manipulação computacional de dados geográficos. O sistema contendo o conjunto de técnicas foi denominado de “*Geographical Information Systems*”, passando a significar muito mais do que um simples componente de *software*. Pode-se dizer que, inicialmente, a necessidade de serem processadas informações geográficas incentivou o desenvolvimento de sistemas computacionais destinados a:

- Conversão de informações espaciais para o formato digital;
- Armazenamento de informações em forma compacta;
- Análise de dados geográficos;
- Previsão de cenários;
- Apresentação de mapas e imagens;

- Apresentação de resultados em forma de números e tabelas.

Burrough e McDonnell (1998, p. 10) definem os SIG como um poderoso conjunto de recursos para coletar, armazenar, recuperar e transformar dados espaciais do mundo real para um conjunto particular de propósitos.

Além de sua definição, Burrough e McDonnell (1998, p. 11) trazem definições alternativas dos SIG na visão de alguns autores, focando tanto o banco de dados espaciais quanto os aspectos organizacionais. A definição de banco de dados enfatiza as diferenças organizacionais dos dados necessários para lidar com dados espaciais como a localização, atributos e topologia e a maioria dos outros tipos de informação tem apenas que fazer relação com as entidades e atributos. A definição organizacional enfatiza o papel dos institutos e pessoas que tratam da informação espacial e não as ferramentas de que necessitam.

Para Aronoff (1995, p. 29), os SIG são sistemas computacionais usados para armazenar e manipular informação geográfica. São sistemas concebidos para recolher, armazenar e analisar objetivos e fenômenos em relação aos quais a localização geográfica é uma característica importante. Percebe-se que os conceitos aprimoram-se com o passar dos anos. No passado, Aronoff conceituava SIG como “um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georreferenciados” (ARONOFF, 1989, apud CÂMARA, 2001, p. 01).

Para Thill (2000, pp. 4-5), os SIG são sistema computacional diferenciado, em complexidade funcional assegura sua diferença identitária. Sem capacidade geo-visual, os SIG seriam apenas um mecanismo de gerenciamento de banco de dados dotado de algum poder para extrair relação significativa entre entidades de dados. Com a ausência de capacidade analítica, os SIG seriam reduzidos a um aplicativo de mapeamento automatizado. E, por fim, sem recursos de gerenciamento de dados, os SIG seriam incapazes de captar as relações espaciais e topológicas entre dados georreferenciados se estas relações não forem pré-definidas.

Jorge Xavier da Silva (2001) define GIS afirmando que o correto é Sistemas Geográficos de Informação (SGI). A definição persuasiva defendida pelo autor está assegurada teórico-metodologicamente, sendo utilizada em inúmeras pesquisas e trabalhos, principalmente de cunho ambiental. Assim, SGI justifica-se da seguinte maneira:

[...] O adjetivo geográfico deve ser relativo ao sistema, e não à informação. É a estruturação específica do sistema geográfico que se deve sua capacidade para gerar conhecimento sobre a realidade territorial analisada. Os dados constituintes da base de dados podem ter diferentes naturezas e origens, mas foram estruturados, segundo seus atributos axiomáticos de localização e extensão territorial de ocorrência, e o sistema que os abriga é que é responsável por esta estruturação representativa da distribuição espacial das entidades (XAVIER DA SILVA, 2001, apud MELO, MENEZES e SAMPAIO, 2006, p. 100).

O mesmo autor em sua definição de SGI afirma o seguinte:

É um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre base de dados (que são registros de ocorrências) geo-referenciados, para transformar em informação (que é um acréscimo de conhecimento) relevante, deve necessariamente apoiar-se em estruturas de percepção ambiental que proporcionem o máximo de eficiência nesta transformação (XAVIER DA SILVA, 2001)⁹.

Mas há discordância em relação o uso da sigla SGI. Tanto na literatura portuguesa quanto na brasileira utiliza-se SIG. Dessa forma, Teixeira (1992, apud Melo, Menezes e Sampaio, 2006, p. 100) discorda de Xavier da Silva afirmando que “o adequado seria usar SIG, pois SGI, Sistema Geográfico de Informação deturpa a característica básica desse tipo de sistema de informação, que é justamente a de tratar informação de natureza geográfica”.

As definições e conceitos propostos pelos autores são híbridos, porém compreensíveis. Visto que, em muitos casos as propostas dos pesquisadores são influenciadas de acordo com sua base científica ou objeto de estudo. Diante das informações explanadas sobre a literatura dos SIG, evidenciam-se expressões essencialmente tecnológicas, com uma visão um pouco simplória, por outro lado, há autores que possuem um olhar panorâmico. Em muitos casos os conceitos enaltecem instituições, equipamentos, aplicativos, banco de dados e infraestrutura, ignorando, em alguns

⁹ Definição disponível em <<http://igeo-server.igeo.ufrj.br/fronteiras/sig/tiki-index.php?page=Xavier>> Acesso em 23 abr 2012, 23:00.

casos, a importância da análise e integração de dados espaciais. De maneira geral, os Sistemas de Informação Geográfica, como afirma Rosa e Brito (1996, apud Melo, Menezes e Sampaio, 2006, p. 99), trabalham com dados e informações geográficas, representadas graficamente (pontos, linhas e polígonos), associadas aos atributos, sendo uma combinação de recursos humanos (*peopleware*) e técnicos (*hardware/software*), em concordância com uma série de procedimentos organizacionais que proporcionam informações com finalidade de apoiar gestões diretas.

Diversos autores vêm debatendo essa diversidade de derivações dos SIG, questionando seu caráter científico, se os SIG são para fazer ciência ou se é uma Ciência dos SIG? Os autores Burrough e McDonnell (1998, p. 04) fazem um histórico da Ciência da Informação Geográfica, evidencia-se que há muito tempo faz-se esse tipo de Ciência, a diferença é que no passado havia um bloqueio do progresso devido à ausência de ferramentas computacionais adequadas. No entanto, na década de 1960, com a disponibilidade do computador digital, há o desencadeamento dos métodos conceituais para análise espacial integrada. Consequentemente, com o surgimento e o aperfeiçoamento das técnicas desenvolveram-se os SIG, como aplicações de modelagem lógica e numérica, e também métodos estatísticos para dados espaciais.

Na década de 1990, Dobson trabalhou a ideia de Ciência da Informação Geográfica – do inglês *Geographic Information Science* – apresentou uma possível revolução no conhecimento geográfico a partir do uso dos Sistemas de Informação Geográfica. Goodchild (2004, apud Fitz, 2008, p. 20) discorre sobre conceitos acerca da Ciência da Informação Geográfica, apresentando três definições distintas: é a disciplina que usa sistemas de informação geográfica como ferramentas para entender o mundo; é um depósito de conhecimentos que são implementados nos SIG e que os tornam possíveis; desenvolve nos resultados acumulados de um longo período de investigação interesses em como descrever, mensurar e representar a superfície da Terra.

Para Heyhood et al (2002, Silva 2006 p.12), o conceito de Ciência da Informação Geográfica refere-se à ciência que está por trás do sistema. Essa definição é sintética comparada a outros autores como Longley et al (2001, apud Silva 2006 p.12), que

definem a Ciência da Informação Geográfica como estudo dos conceitos fundamentais que advêm da criação, manuseamento, armazenamento e utilização de informação geográfica.

São inúmeras as aplicabilidades dos SIG. Atualmente, há uma grande necessidade de gerenciar e organizar inúmeras informações. Tem-se constatado que o uso de Geotecnologias para análise espacial tem crescido aceleradamente em todas as áreas compreendidas pelas ciências geográficas. A sua resposta rápida em espacializar informações de maneira precisa e diagnosticar problemas muito tem contribuído para dignificar sua importância em diversos setores.

Os SIG se tornaram um fenômeno em todo o mundo, sendo utilizados em campos diferenciados da sociedade. Burrough e McDonnell (1998, p. 09) asseguram que tem havido grande pronunciamento por parte dos governos nacionais e internacionais sobre a importância da informação espacial na sociedade moderna para o planejamento, marketing e desenvolvimento da “sociedade da informação”.

Atualmente, os SIG são aplicados nos seguintes segmentos da sociedade: companhias de gestão de infraestrutura básica (telefone, gás, eletricidade, água e sistema de tubulação subterrânea); agricultura de precisão (gerenciamento do plantio, aplicação de insumos e colheita); setor ambiental (manejo de árvores, recursos hídricos, recursos minerais, monitoramento de áreas de risco e proteção ambiental); energias alternativas (eólica, solar e biomassa); planejamento urbano (estudos e modelagens da expansão da malha urbana, controle do uso e ocupação do solo, monitoramento de áreas preservadas, estabelecimento de modelos de transporte, ajuste de tarifas de taxas tributárias); turismo (localização e gestão de instalações e atrações) área da saúde (vigilância epidemiológica, avaliação de serviços de saúde, urbanização e ambiente); segurança pública (espacialização da criminalidade) entre outros setores.

Os SIG são aplicados em objetos de estudos de uma porção da superfície terrestre, ou seja, no espaço geográfico. Sua utilização permite a correlação de objetos urbanos (redes de água e de energia, arborização urbana, sistema de saneamento subterrâneo, sinalização, etc.) com a localização e agregação de informações sobre cada objeto

enfatizando sua característica em facilitar o planejamento e gerenciamento de tais elementos que constituem os serviços urbanos (CALOZ e COLLET, 1997, p. 211; LIMA NETO, BIONDI, ARAKI, 2010, p. 02).

Essa utilização resultou numa difusão maciça dos SIG na sociedade por ter o potencial de tornar os modelos mais transparentes e permitir a comunicação de suas operações e os resultados a um grande grupo de usuários (SUI, Daniel Z., 1998, p. 651).

A análise dos espaços verdes através do geoprocessamento exprime relevância para o planejamento ambiental urbano, a partir da utilização dos Sistemas de Informação Geográfica em permitir a interpretação de dados espacializados dos quais podem ser modelados, monitorados e gerenciados em diversos níveis de detalhamento.

5.2. Estrutura e funções dos Sistemas de Informação Geográfica

Desde sua concepção, os SIG devem ser entendidos como uma vigorosa ferramenta para apoiar a tomada de decisão por parte do utilizador. Nesse sentido, sua estrutura deve ser bem planejada para que a interação homem-máquina ocorra de maneira eficiente e atenda às necessidades dos usuários. Os SIG podem constituir estruturas e funções diferenciadas. Eles são adaptados aos trabalhos a eles relacionados, em muitos casos apresentam uma estrutura aplicada para um fim específico (FITZ, 2008, p. 79).

Os Sistemas de Informação Geográfica são aplicativos constituídos de cinco módulos que possibilitam operações de entrada e verificação de dados, armazenamento e gerenciamento de banco de dados, apresentação, saída e transformação de dados e interação com o usuário (BURROUGH, 1998, apud LIMA NETO, 2011, p. 39)

De maneira sintética, os SIG são constituídos pelos seguintes componentes (Fitz, 2008, p. 79):

- *Hardware*: plataforma computacional utilizada;
- *Software*: programas, módulos e sistemas vinculados;
- *Dados*: registros de informações resultantes de uma investigação;

- *Peopleware*: profissionais e/ou usuários envolvidos.

Para Fitz (2008, p. 80), “os componentes intrínsecos a cada SIG dizem respeito ao uso que se fará do sistema”. Dessa forma, há uma vasta literatura que apresenta variadas funções relacionadas aos Sistemas de Informação Geográfica; porém, para o presente trabalho, essa discussão não é preponderante e o assunto será exposto de maneira resumida, podendo ser versado numa pesquisa futura.

De maneira estrita, os SIG consistem em um sistema de entrada de dados na forma vetorial, matricial (*raster*) e formato alfanumérico, um computador contendo os programas de processamento, análise e armazenamento de dados e de instalação para visualização, cópia impressa e saída de dados. Em um sentido mais amplo, os SIG incluem dados que são geridos por um administrador ou uma unidade para gerar projetos de inventários, análise e apresentação de dados, como demonstra a figura 6 (KONECNY, 2003, p. 184).

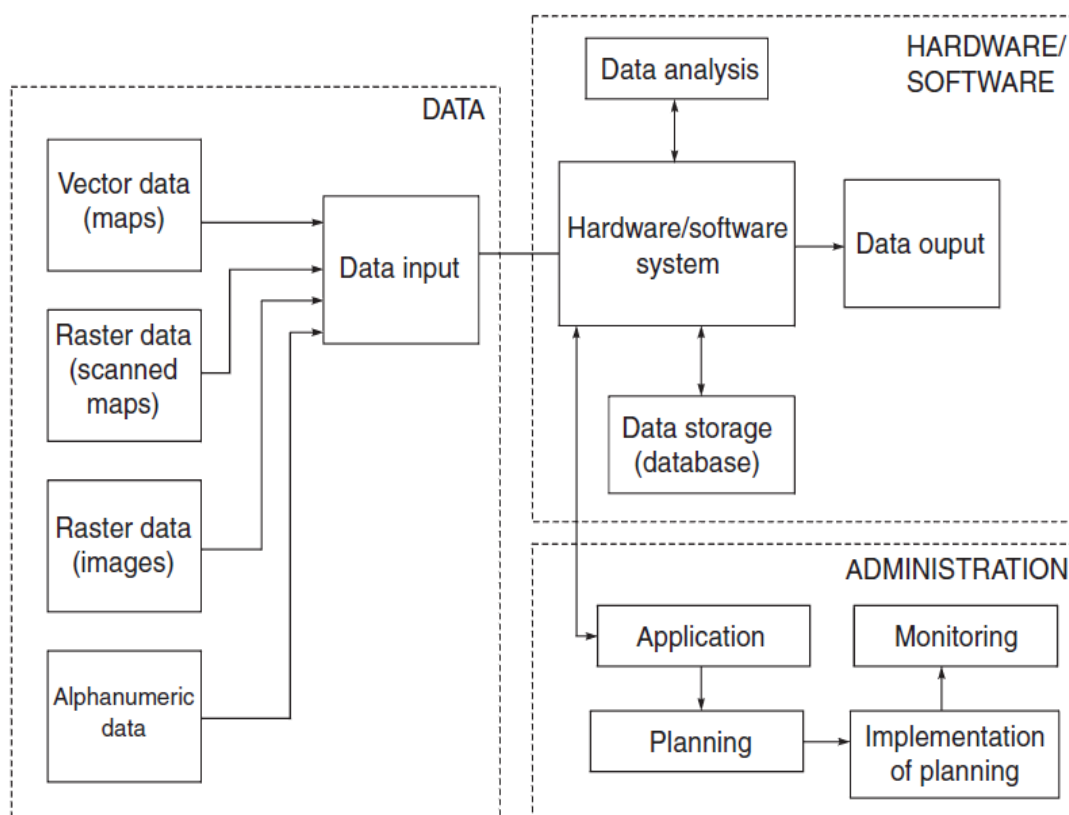


Figura 6: Funcionamento dos SIG
Fonte: KONECNY, 2003.

Para Konecny (2003, p. 184), os Sistemas de Informação Geográfica são baseados nos dados que estão disponíveis em vários formatos:

- Os objetos espaciais são representados por identificadores. Eles podem relacionar-se com pontos, linhas ou áreas administradas na forma de vetor. A identificação e organização desses objetos em coordenadas e forma vetorial são subdivididas em classes de recurso ou objeto. Isto inclui sua relação espacial ou topológica em duas ou três dimensões.
- Os dados em forma matriciais também estão incluídos. Em um pixel pode ser atribuído um código objeto, ou simplesmente consistir de níveis de cinza de uma imagem ou um modelo de elevação digital.
- Os vetores também estão ligados a informações não-gráficas especificando nomes de lugares e números de objetos, que em banco de dados pode ser ligada a uma grande variedade de atributos codificados ou alfanuméricos (por exemplo, proprietários de uma parcela, habitantes de uma residência, características de um recurso de utilidade, dados estatísticos para uma área definida).

A estrutura geral dos SIG, numa visão abrangente, é indicada por Câmara (2001, p. 03) pelos seguintes componentes e visualizada na figura 7:

- Interface com usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de consulta e análise espacial;
- Visualização e plotagem;
- Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

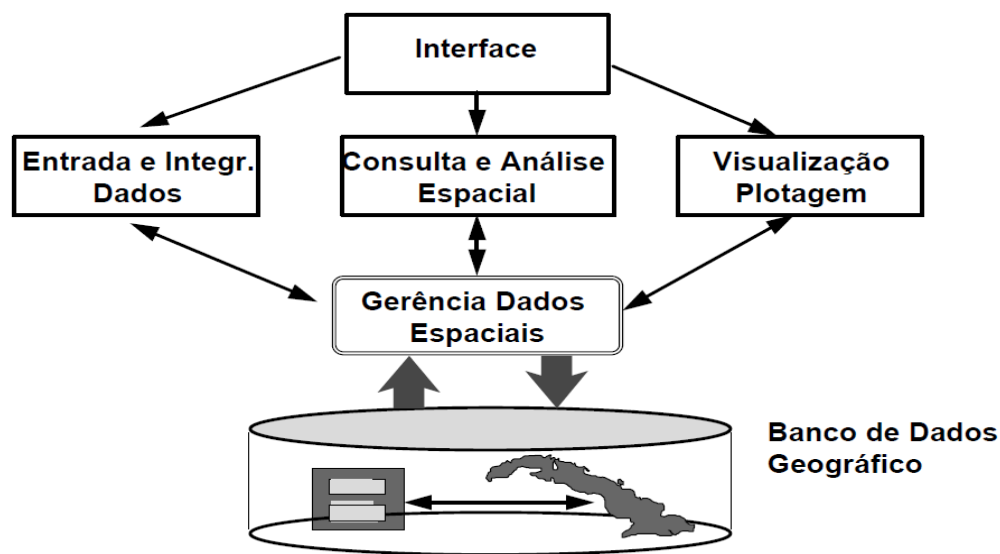


Figura 7: Estrutura geral de Sistemas de Informação Geográfica
Fonte: Câmara, 2001.

As afirmações de Burrough e McDonnel (1998, p. 13) assemelham-se com as apresentas por Câmara (2001), para quem o programa computacional para um sistema de informação geográfica pode ser dividido em cinco grupos funcionais:

- Entrada e verificação de dados;
- Armazenamento de dados e gerenciamento de banco de dados;
- Saída e apresentação de dados;
- Transformação de dados;
- Interação com o usuário.

Segundo Fitz (2008, p.40), as principais funções dos SIG resumem-se em aquisição de dados; gerenciamento do banco de dados; análise geográfica de dados e representação de dados. As funções de um Sistema de Informação Geográfica estão vinculadas à própria estrutura do sistema a qual se relaciona às necessidades do usuário. Assim, cada sistema poderá ter módulos específicos agrupados ou externos inteiramente. A estrutura de cada sistema vincula-se, portanto, às suas características conceptivas.

Câmara et al. (2005, p. 02-03) salienta as principais funções dos SIG:

- Inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de meio físico-biótico, de dados censitários, de cadastros urbano e rural, e outras fontes de dados como imagem de satélite e GPS;
- Oferecer mecanismos para combinar várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como consultar recuperar e visualizar o conteúdo da base de dados geográficos.

Scholten e Stillwell (1990, apud Pina 2000, pp. 16-17) definem três funções principais possibilitadas pelos Sistemas de Informação Geográfica que requerem vários componentes, de acordo com o objetivo pretendido. Essas funções serão apenas citadas, não detalhadas. Assim temos: a primeira que é o armazenamento, manejo e integração de grandes quantidades de dados referenciados espacialmente; a segunda função principal dos SIG é prover meios para realizar análises relacionadas especificamente a componentes geográficos dos dados; a terceira função principal envolve a organização e o manejo de grandes quantidades de dados e a forma como estas informações podem ser facilmente acessadas por todos os usuários.

De maneira geral, as funções de processamento dos Sistemas de Informação Geográfica operam sobre dados em uma área de trabalho em memória principal. A ligação entre os dados geográficos e as funções de processamento dos SIG é feita por mecanismos de seleção e consulta que definem restrições sobre o conjunto de dados. Cada sistema, em função de seus objetivos e necessidades, implementa estes componentes de forma distinta, mas todos os subsistemas citados devem estar presentes nos Sistemas de Informação Geográfica (CÂMARA et al, 2005, p. 03).

5.3. Sistemas de Informação Geográfica aplicados à análise dos espaços verdes urbanos

O uso dos Sistemas de Informação Geográfica é essencial no contexto da análise da vegetação em recintos urbanos. Os SIG, enquanto ferramenta de análise espacial, permitem comparar informações qualitativas e quantitativas da flora em caráter

multitemporal. Dessa forma, os SIG têm potencial de promover suporte ao estudo vegetacional, descrevendo dados espaciais a partir da realidade apresentada, aumentando a interoperabilidade de dados, informações e serviços, facilitando o gerenciamento e produção de mecanismos para subsidiar decisões. Como afirma Ramachandra (2010, p. 643), “os SIG permitirão abordagem de análise espacial para resolver problemas no planejamento”.

A gestão ambiental tem sido o principal motivador da evolução dos SIG, havendo uma grande aplicação nessa área ao longo de sua história. A gestão do ambiente motiva a evolução do “*GIScience*” – Ciência da Informação Geográfica – e sua implementação em SIG. Os dados geográficos e os SIG são de grande relevância para as disciplinas ambientais, que atualmente são considerados como partes indispensáveis da pesquisa, ensino e arenas políticas. Compreende-se que o contexto geográfico é essencial tanto para a pesquisa ambiental quanto para a orientação de políticas para gestões ambientais. Sistemas de Informação Geográfica são como um resultado de aplicações computacionais cada vez mais importantes neste domínio, e a compreensão dos princípios subjacentes da ciência da informação geográfica é cada vez mais essencial para a boa prática científica. Fornecendo condições necessárias para avaliar as opções de planejamento urbano-ambiental ou a concepção de novas estruturas (GOODCHILD, 2003, pp. 493-495).

Diante da vasta gama de análise espacial, técnicas foram desenvolvidas ao longo do tempo, em especial os SIG. Este é um campo de rápida mutação e cada vez mais, pacotes de SIG estão incluindo ferramentas analíticas como padrão interno em instalações ou como conjunto opcionais de análises (SMITH, GOODCHILD, LONGLEY, 2009, p. 25).

Os Sistemas de Informação Geográfica como sistema digital de aquisição, gestão, análise e visualização de dados espaciais para fins de planejamento, gestão e monitoramento do ambiente natural e socioeconômico, representam um modelo digital da Geografia em seu sentido mais amplo (KONECNY, 2003, p. 183).

Há uma tendência do uso do SIG na pesquisa ambiental, os dados ambientais por possuírem axiomáticamente o atributo da localização, permite a criação de bases geocodificadas (interface entre o pesquisador e o ambiente), ou seja, base de dados que permite a execução de transformações ligadas a outras propriedades dos dados ambientais. Permitindo a reconstituição da evolução ambiental de um determinado local, através de avaliações e simulações para pesquisa futura do ambiente analisado. A utilização dos SIG permite também adquirir conhecimentos sobre as relações entre fenômenos ambientais, em que novas perspectivas podem ser geradas a partir da consideração conjunta de diversas variáveis sobre uma mesma área geográfica (XAVIER DA SILVA, 1992, p. 53)

Para Ridder et al (2004, pp. 490-491), os Sistemas de Informação Geográfica, Sensoriamento Remoto e técnicas de modelagem espacial permitem produção de mapas geográficos que indicam a acessibilidade e conectividade de áreas verdes, bem como os locais apropriados para implantação de espaços verdes. Os SIG criam mapas com indicadores de densidade urbana e outros parâmetros relevantes, objetivando a investigação de possibilidades de combinar o verde com estruturas compactas em uma cidade. Os mapas então são utilizados para identificar zonas onde o verde urbano é possível e desejável. Servindo como base para o planejamento urbano, além de fornecer outros componentes da metodologia necessárias para entrada de dados, estabelecendo um diálogo com as comunidades locais.

Os Sistemas de Informação Geográfica integram o quantitativo no que se refere aos espaços verdes, com capacidade de filtragem e armazenamento. Dessa forma a aplicação dos sistemas de geoinformação pode subsidiar melhor o monitoramento das áreas analisadas. Visto isso, indica-se o uso dos SIG aos gestores públicos ou instituições responsáveis pelo manejo e conservação da vegetação urbana (LIMA NETO, BIONDI e ARAKI, 2010, p.30).

A gestão dos espaços verdes tem apresentado grande importância para a sociedade, de tal maneira que programas específicos são desenvolvidos para essa área. Em Portugal, foi desenvolvido um *software* chamado FitoUrbe para responder às necessidades do planejamento e gestão dos espaços verdes urbanos. Trata-se de uma

ferramenta integrada e completa para gerir os espaços verdes. Faz-se imperativo detalhar algumas funções desse programa, o qual permite inventariar a informação, caracterizar as áreas envolventes, planificar os trabalhos com antecedência e manter registos atualizados acerca de todas as visitas e intervenções efetuadas. Foi desenvolvida a aplicação SIG para responder à necessidade de se efetuar uma gestão eficiente dos recursos e meios. Assim, a ligação SIG à base de dados permite facilitar a gestão dos espaços verdes e, deste modo, o funcionamento autárquico e de outras instituições que atuam nesta área, uma vez que permite integrar dados cartográficos e alfanuméricos. Além disso, possibilita uma atualização permanente e facilitada da informação (SILVA, 2002, p. 02).

No Brasil também foi desenvolvido um *software* para análise ambiental chamado Sistema de Análise GeoAmbiental (SAGA), desenvolvido pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro, visando aplicações ambientais em equipamentos de baixo custo. O programa foi criado para satisfazer uma necessidade atual, principalmente para pesquisadores e profissionais que lidam frequentemente com a área ambiental. Dessa forma, possibilita analisar dados georreferenciados e convencionais, fornecendo como resultados mapas e relatórios que apoiarão o processo de tomada de decisão¹⁰.

Os SIG podem ser vistos como uma importante ferramenta de análise espacial. Como afirmam os autores Seong-Hoon, Poudyal e Roberts (2008, p. 403), “análises espaciais usando os SIG ganharam popularidade nos últimos anos, principalmente para medir o valor do espaço aberto”. De acordo com Bailey (1994, apud Rocha, 2004) análise espacial é uma ferramenta que possibilita manipular dados espaciais de diferentes formas e extrair conhecimento adicional como resposta. Incluindo funções básicas como consulta de informações espaciais dentro de áreas de interesse definidas, manipulação de mapas e a produção de alguns breves sumários estatísticos dessa informação; incorporando também funções como a investigação de padrões e relacionamentos dos dados na região de interesse, buscando, assim, um melhor entendimento do fenômeno e a possibilidade de se fazer previsões.

¹⁰ Disponível em <<http://www.lageop.ufrj.br/saga.php>> Acesso em 15 mai, 2012, às 21:00.

Evidencia-se a importância dos SIG para análise do espaço ambiental, como também para outras áreas, como já fora descrito em um tópico anterior. A análise espacial ambiental através dos SIG possibilita uma visão integrada da problemática, permitindo a utilização de variáveis do espaço na percepção visual e avaliação de fenômenos. O desenvolvimento de programas computacionais direcionados aos estudos dessa temática tem crescido cada vez mais em vários países, como foi citado o FitoUrbe em Portugal e o SAGA no Brasil. O aprimoramento dos variados algoritmos presentes em inúmeros *softwares* tem contribuído para o aperfeiçoamento das técnicas, resultando na melhoria da integração de informações. Dessa forma, a utilização dos SIG promove a reunião de dados diversos, os quais, uma vez representados espacialmente, exprimem a totalidade e a complexidade da realidade ambiental abordada.

II. Descrição do Cabula

Para a análise dos espaços verdes da referida área de estudo, será realizado uma abordagem sistêmica dos aspectos do bairro, referentes à localização, historicidade, características e configuração espacial.

A realização dessa pesquisa utilizou como base a mais recente delimitação de bairros proposta pela Prefeitura Municipal do Salvador no ano de 2010, publicada no livro intitulado *O Caminho das Águas em Salvador*. Ressalva-se que a nova proposta não está oficializada até o presente momento, pois se encontra em trâmite.

1. Localização da área de estudo

O Cabula localiza-se na cidade do Salvador, capital do estado da Bahia. O bairro está inserido no centro geográfico da península soteropolitana. Limita-se a Norte com a rodovia BR-324; a Sul com o bairro de São Gonçalo; a Leste com o bairro de Pernambués e a Oeste com o bairro do Pau Miúdo. Entre as coordenadas de 38° 28' 30" e 38° 46' 30" W e 12° 56' 30" e 12° 58' 30" S. Sua área total corresponde a 3,4km². Os mapas a seguir mostram a localização da cidade do Salvador e do bairro do Cabula respectivamente.

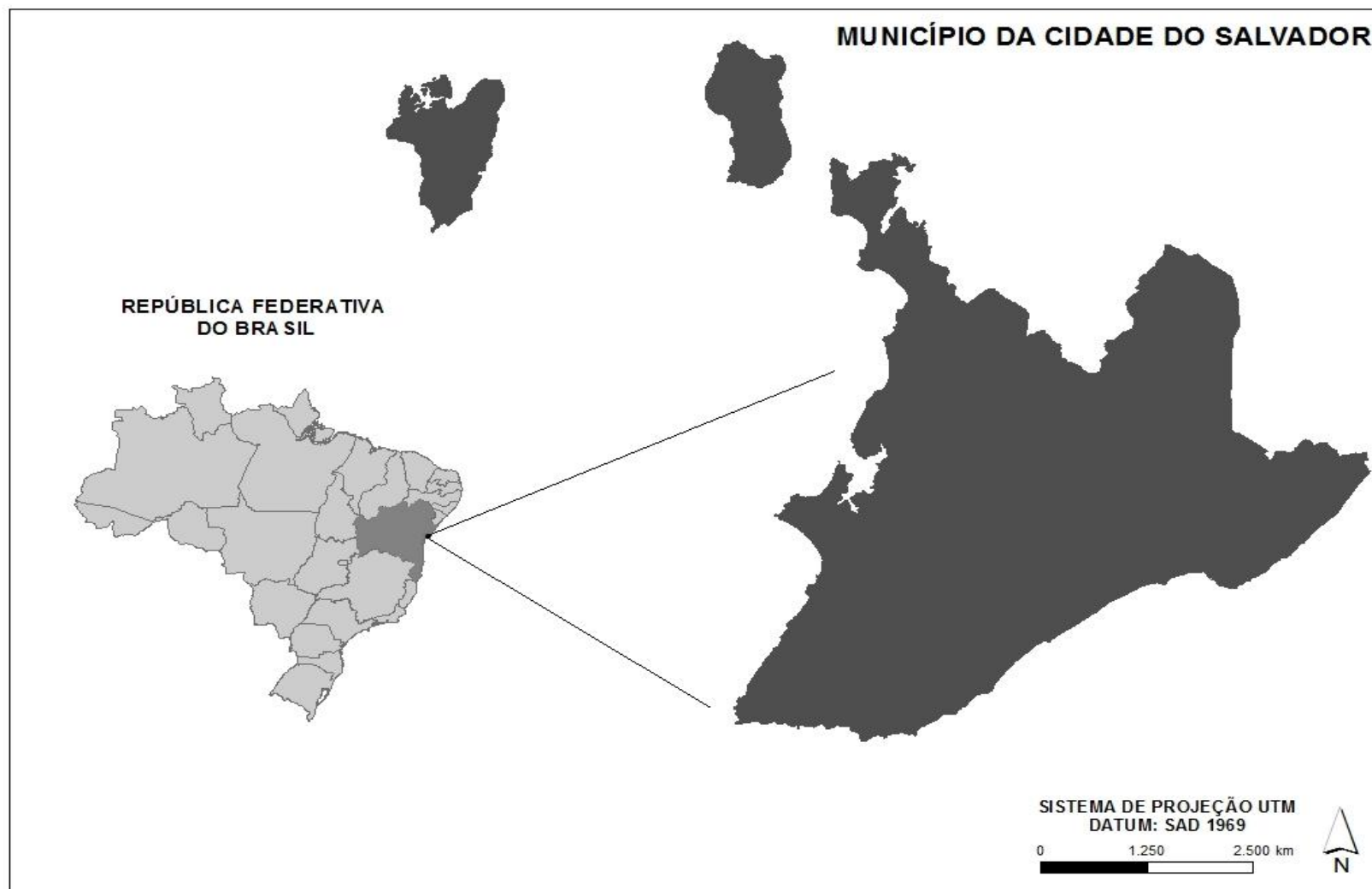


Figura 8: Mapa de localização de Salvador
Fonte: Elaborado pela autora, base cartográfica da Prefeitura Municipal do Salvador (2006).

2. Um breve resgate histórico da evolução do Cabula

O resgate histórico é de fundamental importância para a compreensão da atual configuração espacial do bairro. A nomenclatura do bairro é de origem africana, pois no século XIX o local era o esconderijo de escravos fugitivos que constituía o Quilombo do Kabula. De acordo com Castro (1976, apud Fernandes 2004, p. 885), o termo “significa mistério, culto (religioso), segredo, escondido e, provavelmente foi atribuído ao local em destaque em função da existência de diversos quilombos, os quais, por sua vez, incrementavam o candomblé”. Na verdade, tanto os quilombos quanto o candomblé desempenharam papel fundamental no processo de formação dessa área, que na época apresentava características rurais (FERNANDES, 2004, p. 887).

O Cabula era uma imensa extensão vegetacional e, por apresentar características rurais, constituía-se de importantes fazendas de laranja, produto que era exportado. Entre as décadas de 1940 e 1950, houve uma praga por motivo desconhecido que destruiu os laranjais. Nesse mesmo período, foi instalado o 19º Batalhão de Caçadores. A presença do Exército justifica-se no local por este apresentar espaços livres necessários para treinamentos militares. Esses fatos foram relevantes para a transformação do uso e a ocupação do solo no local (FERNANDES, 2004, p. 888).

O Cabula, há algumas décadas, era um local não atraente por distar do centro da cidade e não apresentar infraestrutura básica necessária para moradia. Contudo, a partir da década de 1950, com a expansão horizontal da cidade e o crescimento urbano essa realidade mudou. O local tornou-se uma área residencial bem aparelhada, com a presença de serviços e comércios.

O rápido processo de ocupação do solo ocorreu incitado pela abertura de novas vias de acesso a citar a Rua Silveira Martins (principal via de acesso ao bairro) e a formação de assentamentos urbanos. Com a construção de estradas e a fragmentação das fazendas, surgiram diversos bairros, dentre eles o Cabula.

Os dados apresentados pela Prefeitura Municipal do Salvador (1985) asseveram que promulgação da Lei nº 2.181/68, da Reforma Urbana, fez com que o município perdesse a capacidade de solucionar seus problemas habitacionais, devido à liberação

de terras da Prefeitura. Dessa maneira, amplia-se a expansão do capital imobiliário, causado pelo crescimento urbano e a superação do regime de enfiteuse¹¹ (SANTOS, 2010, p. 42).

Na década de 1970, programas habitacionais foram criados pelo Governo Federal, surgindo então o Banco Nacional de habitação (BNH). Com a criação do BNH, recursos foram liberados para construção de conjuntos habitacionais populares em cidades brasileiras, principalmente nas capitais.

Dessa forma, o Cabula pode ser considerado como a soma de vários conjuntos habitacionais que foram surgindo em decorrência do crescimento populacional e expansão urbana da cidade. Dentre estes conjuntos habitacionais ressaltam-se os mais antigos: Colina das Árvores, Chácara do Cabula (figura 10), Villa das Mangueiras (figura 11), Otávio Rodrigues Pimenta, Visconde de Pirajá, Vila dos Sapotizeiros e Eugênio Teixeira Leal. Em meados dos anos de 1970 a área despertou interesse nos empreendedores e os conjuntos habitacionais começaram a ser construídos. Esses conjuntos foram destinados basicamente a um público diversificado, como comerciantes, bancários, comerciantes, trabalhadores do Pólo Petroquímico de Camaçari e funcionários públicos, e outras categorias (ARAÚJO, 1992, p.02).



Figura 10: Conjunto Chácara do Cabula
Fonte: Acervo da autora, 2012.



Figura 11: Conjunto Villa das Mangueiras
Fonte: Acervo da autora, 2012

¹¹ Enfiteuse pode ser definido como o direito que uma pessoa adquire de usar, gozar, fruir de determinado bem imóvel alheio, mediante uma remuneração paga anualmente, que se denomina foro. O art. 678 do Código Civil de 1916 define: Dá-se a enfiteuse, aforamento, ou empraçamento, quando por ato entre vivos, ou de última vontade, o proprietário atribui a outrem o domínio útil do imóvel, pagando a pessoa que o adquire, e assim se constitui enfiteuta, ao senhorio direto uma pensão, ou foro, anual, certo e invariável. Disponível na WEB em <http://www.jurisway.org.br/v2/pergunta.asp?idmodelo=9063>, Acesso em 01 maio, 2010 às 22:00.

O Cabula atualmente é considerado um bairro de Salvador com uma infraestrutura considerável, que se expandiu de maneira rápida. A presença de estabelecimentos mudou sua configuração. A citar a inserção das seguintes instituições: hospital, centros médicos, escolas públicas e privadas, universidade pública, faculdade privada, instituições religiosas, *shoppings*, comércios variados e serviços. O fato de localizar-se geograficamente numa das áreas centrais, próximo às grandes vias de acesso da cidade, e possuir remanescentes de Mata Atlântica, tem atraído o capital imobiliário nesse século.

3. Caracterização do Cabula

Em sua totalidade o Cabula e adjacências apresentavam cobertura arbórea da Mata Atlântica. Mas, com o processo de urbanização e expansão da cidade, esse bioma foi fragmentado, reduzindo-se significativamente. Atualmente, a maior presença desses remanescentes localiza-se na área pertencente ao Governo Federal (19º Batalhão de Caçadores), local com diversas espécies vegetais (figuras 12 e 13) e habitat de algumas espécies da fauna. Na atualidade a vegetação apresenta fitofisionomia arbórea, herbácea e arbustiva em alguns pontos, com formações de vegetação secundária. A biodiversidade faz-se presente mostrando-se sua significância devido à composição florística e às espécies da fauna.

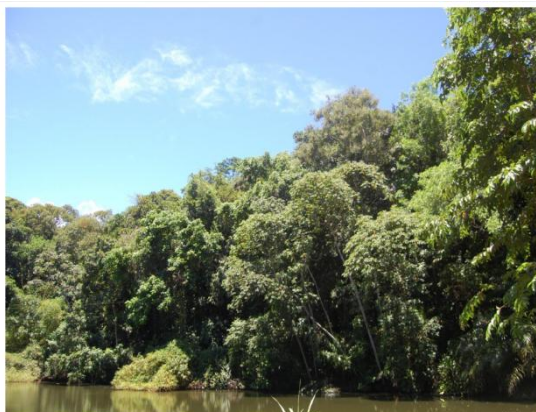


Figura 12



Figura 13

Figura 12 e 13: Remanescentes da Mata Atlântica

Fonte: Ministério Público do Estado da Bahia, 2011; Acervo da autora, 2010.

Não há diferença climática entre os bairros da cidade do Salvador. O que acontece é uma pequena variação dos valores dos elementos climáticos, influenciados pelos fatores, a exemplo da altitude, a proximidade com o mar e a ação antrópica, esse último representado principalmente pela urbanização. Consequentemente, a temperatura, a umidade e a pluviosidade sofrem moderada alteração, ocasionando muitas vezes diferenças no tempo atmosférico. Os bairros do Cabula, Brotas e Federação, por serem mais altos, possuem temperaturas ligeiramente mais amenas.

O clima predominante na cidade é o tropical úmido. Possui duas estações bem definidas, sendo uma seca e outra chuvosa. No entanto, a ação da maritimidade proporciona certa regularidade nas precipitações, evitando com isso que a estação seca seja totalmente sem chuvas. As estações do outono e inverno são mais chuvosas. As precipitações se intensificam nos meses de abril e maio. Essa intensidade de chuvas é decorrente da atuação de sistemas de circulação em períodos distintos, como a Frente Polar Atlântica Sul e as Correntes Perturbadoras do Leste.

A cidade é controlada por sistemas atmosféricos os quais propiciam a ocorrência de temperaturas absolutas. A amplitude térmica anual é pouco significativa, os fatores climáticos contribuem para isso. A variação térmica sazonal é bastante tênue, a maritimidade influencia nesse aspecto, pois funciona como um controlador térmico, não havendo grandes variações de temperatura. A particularidade da área é definida pela formação de um clima quente-úmido-litorâneo, em que a vegetação reflete a condição de umidade mais elevada que sofre também influência dos ventos alísios de Sudeste. A unidade climática é também garantida pelas temperaturas elevadas durante todo o ano, com pequenos declínios durante os meses de inverno, junho, agosto e início de setembro.

Os aspectos ambientais do local são particulares, apresentando um relevo com topografia irregular, sendo uma das cotas mais elevadas da cidade do Salvador, com topos relativamente planos e vales profundos. Ainda que o relevo possua algumas vertentes escarpadas, apresentam em geral vertentes suaves. Em grande parte o solo está constituído por capas sedimentares dispostas sobre a rocha de formação cristalina com pouca tendência à erosão. A vegetação existente, apesar de sua redução pela

ação antrópica, ainda apresenta exuberância em alguns pontos do bairro; é uma das áreas de Salvador com maior presença dos resquícios do bioma de Mata Atlântica. Há uma maior concentração do verde em alguns pontos, como ocorre na área federal do 19º Batalhão de Caçadores. Em relação à rede hidrográfica, destaca-se o rio Cascão que compõe a Bacia do Rio das Pedras (FERNANDES, 2003, p.133-134).

O Horto Florestal, instalado nas adjacências do Cabula e pertencente ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), até a década de 1990 realizava um trabalho de fomento florestal com diversas espécies vegetais. Eram produzidas mudas de árvores nativas tais como pau-brasil (*Caesalpinia echinata lam*), ipês roxo (*Tabebuia impetiginosa*) e amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e o jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*); frutíferas: jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*) e goiabeira (*Psidium guajava*); ornamentais: cássia (*Cassia grandis*). Segundo moradores que vivem há mais de 25 anos no Cabula, o Horto Florestal era um lugar tomado por um areal que servia de refúgio para o lazer dos moradores. Hoje, o local é um hospital de tratamento de animais silvestres apreendidos ilegalmente e/ou que sofreram maus tratos, trabalho executado pelo IBAMA (VILHENA, 1991, p. 03).

Nesse local há ainda uma rica composição florística. Dentre as espécies pesquisadas destacam-se: *Tapirira guianensis* (pau-pombo), *Himatanthus bracteatus* (janaúba), *Protium heptaphyllum* (amescla), *Simarouba amara* (pau-paraíba), *Schefflera morototoni* (matataúba), *Xylopia sericea*, *Artocarpus heterophyllus*, *Myrsine umbellata* (pororoca), *Eschweilera ovata* (biriba), *Spondias mombin*, *Allophylus laevigatus*, *Thrysodium spruceanum*, *Tamarindus indica*, *Bowdichia virgilioides* (sucupira), *Gochnatia oligocephala*, *Clusia nemorosa*, *Elaeis guineensis* (dendê), *Byrsonima sericea* (murici), *Miconia minutiflora*, *Ficus gomelleira*, *Henriettea succosa*, *Cordia sagotii*, *Casearia commersoniana*, *Miconia prasina*, *Vismia guianensis* (capianga), *Miconia albicans*, *Miconia minutiflora*, *Miconia prasina*, *Henriettea succosa*, *Clidemia* spp, *Syagrus coronata* (licuri), *Xylopia sericea*, *Myrsine umbellata*, *Schefflera morototoni* (matataúba), *Curatella americana* (lixreira); *Hirtella ciliata*, *Anacardium occidentale* (cajueiro), *Rhynchospora cephalotes*, *Philodendron acutatum*, *Heliconia psittacorum*. Com relação às epífitas, existem espécies das famílias Araceae, Bromeliaceae (figura 14), Orchidaceae, Piperaceae, além de briófitas e monilófitas. Dentre as lianas,

ocorrem espécies da família Bignoniaceae (figura 15) (*Bignonia* sp), Dilleniaceae (*Tetracera* sp), Menispermaceae (*Chondrodendron* sp), Malpighiaceae (*Heteropterys* sp, *Stigmaphyllon* sp) Sapindaceae (*Serjania*, *Paullinia*). Há também a presença de outras espécies vegetais, além de espécies da fauna como anfíbios, insetos, mamíferos e répteis. A densa vegetação protege as nascentes que abastecem a represa do Cascão, uma área de 4.400m² de espelho-d'água, localizada dentro da área federal pertencente ao Exército Brasileiro (MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DA BAHIA, 2011).



Figura 14: Verbanaceae

Fonte: <http://www.floresnaweb.com/dicionario>



Figura 15: Bignoniaceae

Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Bignoniaceae>

4. Configuração espacial do Cabula

O Cabula configura-se atualmente como um grande vetor de expansão para o capital imobiliário. Esse fato deve-se ao aquecimento da economia do país, em que o setor da Construção Civil tem sido um dos principais líderes do crescimento econômico atual, como também pela sua localização e ainda por possuir espaços disponíveis para a construção. Dessa forma, o bairro tem se caracterizado pelo processo de verticalização, configurado através de empreendimentos decorrentes da especulação imobiliária.

Campos Filho (1989, p. 48) define especulação imobiliária, como “uma forma pela qual os proprietários de terra recebem uma renda transferida dos outros setores produtivos da economia, especialmente através de investimentos públicos na infraestrutura e serviços urbanos”. Já Silva Júnior (2008, apud Santos e Chaves, 2009,

p. 131) afirma que “especular é conter, guardar algo na probabilidade de realizar uma barganha vantajosa assim que surgir a necessidade de lucro, quando o valor a ser recebido pela barganha seria muito superior ao preço de valia”. Percebe-se a existência de uma relação inerente entre especulação e preço, visto que o valor acrescentado no imóvel/terra é consequência de benfeitorias.

Assim, Santos (1998, p. 96) afirma que,

A especulação imobiliária deriva, dentre outros fatores, da conjugação de dois movimentos convergentes: a superposição de um sítio social ao sítio natural e a disputa entre atividades e pessoas por uma dada localização. A especulação se alimenta dessa dinâmica, que inclui expectativas. Criam-se sítios sociais, uma vez que o funcionamento da sociedade urbana transforma seletivamente os lugares, afeiçoando-os às suas exigências funcionais. É assim que certos pontos se tornam mais acessíveis, certas artérias mais atrativas e, também, uns e outras, mais valorizados. Por isso, são as atividades mais dinâmicas que se instalam nessas áreas privilegiadas; quanto aos lugares de residência, a lógica é a mesma, com as pessoas de maiores recursos buscando alojar-se onde lhes pareça mais conveniente, segundo os cânones de cada época, o que também inclui a moda. Dessa maneira, alguns locais são mais acessíveis e outros mais valorizados, instalando-se atividades mais dinâmicas nessas áreas privilegiadas. É desse modo que as diversas parcelas da cidade ganham ou perdem valor ao longo do tempo. O planejamento urbano acrescenta um elemento de organização ao mecanismo de mercado. Assim, o *marketing* urbano (das construções e dos terrenos) gera expectativas que influem nos preços.

O local que há alguns anos era uma imensa área verde foi substituído por estabelecimentos expressivos como a Oi Nordeste e Vivo Nordeste; a Empresa Baiana de Água e Saneamento (EMBASA); as agências dos bancos Bradesco, Caixa Econômica Federal e Real. No que se refere à educação, o Cabula sedia a Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e a Escola Baiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP); escolas privadas: Vitória Régia, São Lázaro, Rio Branco, Ômega, Favo de Mel e Nossa Senhora do Resgate; escolas públicas: Polivalente do Cabula, Roberto Santos e Francisco da Conceição Menezes; há também cursos de língua estrangeira Fisk e CCAA. Os estabelecimentos comerciais mais significativos são Hiper Bompreço, Insinuante e Casas Bahia; os *shoppings* Plaza, Master, Tropical Center e Conexão Comercial. Em relação à saúde, há instalado o Hospital Geral Roberto Santos, o Centro Médico Norclínica e o Centro Médico do Cabula. No que se refere ao lazer, está presente o Cerimonial São Francisco, estabelecimento para realização de eventos, que está dando um novo perfil ao local, devido ao público que o aluga (SANTOS, 2010, pp. 49-50).

A especulação imobiliária na última década intensificou-se no espaço soteropolitano como também na área de estudo, o valor da terra tornou-se cada vez mais elevado. A presença de resquícios de Mata Atlântica tem sido um grande atrativo para a implantação dos novos empreendimentos. O verde existente é um dos principais artifícios usados pelos promotores imobiliários para atrair compradores e elevar o valor dos imóveis. Esses empreendimentos de luxo trouxeram uma nova classe social, reconfigurando o espaço local. As áreas verdes suprimidas são uma das consequências dessa especulação. Dessa forma, o setor imobiliário criou uma nova tendência de “valorização dos espaços verdes”: retiram-se os remanescentes de Mata Atlântica para construção de empreendimentos com espaços verdes privativos, que, na maioria das vezes, são constituídos por plantas exóticas, com os novos imóveis recebendo nomes de espécies da Mata Atlântica (figuras 16 e 17), estimulando a busca por imóveis no Cabula.



Figura 16: Residencial Mata Atlântica I
Fonte: Acervo da autora, 2012.



Figura 17: Perspectiva do Reserva Mata Atlântica

Fonte: Disponível em, <<http://salvador.olx.com.br/reserva-mata-atla-antic-iid-226034748>>, Acesso em 02, jun 2012, 22:00

A construção de significativos empreendimentos tem refletido na conjuntura especulativa do bairro. O Horto Bela Vista – Residencial, *Shopping, Corporate* – utilizou o verde como seu maior atrativo, com mais de “130.000m² de áreas verdes e jardins”, uma área privada voltada para uma classe com poder aquisitivo considerável, ressalta-se que apenas uma parte do Horto localiza-se no Cabula. O Governo Estadual está construindo a Via Expressa Baía de Todos os Santos que ligará o Cabula ao porto de Salvador, proporcionando-lhe mais conectividade com o restante da cidade. Futuramente, nas imediações do Cabula estará localizada a estação principal do Metrô de Salvador, que ligará as duas maiores estações de transbordo da cidade (SANTOS 2010, p. 54; PENA, LIMA e FERNANDES, 2011, p. 13).

Os equipamentos instalados, localização estratégica, acesso às principais vias da cidade como Avenida Luís Viana Filho (Paralela) e Rodovia BR-324 têm atraído o capital imobiliário. O Cabula está sendo reconfigurado devido aos novos condomínios que já

foram e estão sendo construídos, principalmente ao longo da Rua Silveira Martins, mudando o perfil socioeconômico populacional do bairro.

A Rua Silveira Martins como eixo vetor, propiciou o processo de transformação da paisagem no seu entorno, reduzindo significativamente as áreas verdes. A vegetação existente, apesar de sua redução pela ação antrópica, ainda apresenta exuberância em alguns pontos do bairro (SANTOS, 2010, p. 66).

Assim, percebe-se a grande transformação ocorrida no Cabula. No passado, era um local não atraente, em razão das características rurais apresentadas. Com modificações espaciais decorrentes da urbanização, aos poucos o bairro tornou-se uma área residencial bem aparelhada. No início do presente século houve modificações mais diferenciadas, pois uma nova classe social com maior poder aquisitivo têm adquirido imóveis de padrões razoáveis nessa localidade, dando uma nova caracterização ao bairro.

Atualmente, o Cabula constitui-se num bairro complexo, sendo necessárias análises espaciais, principalmente no que se refere ao aspecto ambiental, por ainda possuir resquícios de Mata Atlântica, bioma tão importante para o equilíbrio ecológico que vem sendo reduzido constantemente em toda capital baiana como também a engenharia de tráfego por apresentar elevado fluxo de veículos causando congestionamentos intensos. Dessa forma, a utilização dos SIG poderá ajudar na resolução da problemática, permitindo uma análise espacial dos resquícios de Mata Atlântica e facilitando o planejamento do espaço urbano.

III. Proposta de modelo SIG para análise dos espaços verdes

Nesse capítulo serão desenvolvidos os objetivos como consta no capítulo I, através da metodologia utilizada nas fases deste trabalho. As fases da pesquisa serão apresentadas em forma de fluxograma, resumindo de maneira direta os métodos utilizados para a construção do trabalho, posteriormente detalhados descritivamente.

No planejamento e execução desse trabalho foram desenvolvidas fases para alcance dos objetivos propostos. Neste trabalho, o levantamento do referencial bibliográfico, o processamento digital de dados, e a vistoria em campo, foram cruciais para a realização da pesquisa, da qual a proposta é elaborar um modelo para análise dos espaços verdes urbanos através dos Sistemas de Informação Geográfica.

1. Materiais e Métodos

1.1. Descrição Técnica dos Dados

A base material metodológica para realização da presente pesquisa foi composta por *softwares*, bases cartográficas e fotografias aéreas. Serão especificados os seguintes materiais:

- Programa computacional ArcGIS 10, desenvolvido pela ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) e SPRING 5.2.1 desenvolvido pelo INPE.

Bases cartográficas compostas por:

- Edificações, meio fio, curvas de nível, eixos de logradouros, hidrografia e também delimitações, do país, estado, cidade e bairro todas em formato vetorial (*shapefile*)¹² dos anos de 2006 e 2010 cedidas pela Prefeitura Municipal do Salvador.

¹² O *shapefile* ou *shape* é uma organização de dados, reconhecida em grande parte dos SIGs, idealizada pela empresa ESRI para conter tanto dados geométricos quanto dados de atributos, distribuídos em três arquivos, sendo dois com os dados propriamente ditos (**.shp* e **.shx*) e o terceiro contendo a informação do índice de organização dos dados (**.dbf*) presentes nos primeiros (ESRI, 1998).

- Fotografias aéreas possuindo os seguintes dados:

DESIGNAÇÃO DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS	DADOS DA AEROFOTO
FORMATO	JPEG
ANO DO VOO	2010
SISTEMA DE PROJEÇÃO	UTM
DATUM	SIRGAS-2000
ESCALA	1:10.000
RESOLUÇÃO ESPACIAL	60 cm
FONTE	Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER)

Tabela 1: Descrição técnica dos dados das fotografias aéreas

1.2. Enquadramento Metodológico

Para a presente pesquisa, foram desenvolvidos procedimentos metodológicos em etapas, as quais serão detalhadas no presente capítulo. O fluxograma apresentado seguir apresenta uma síntese sequencial metodológica adotada para a construção do trabalho.

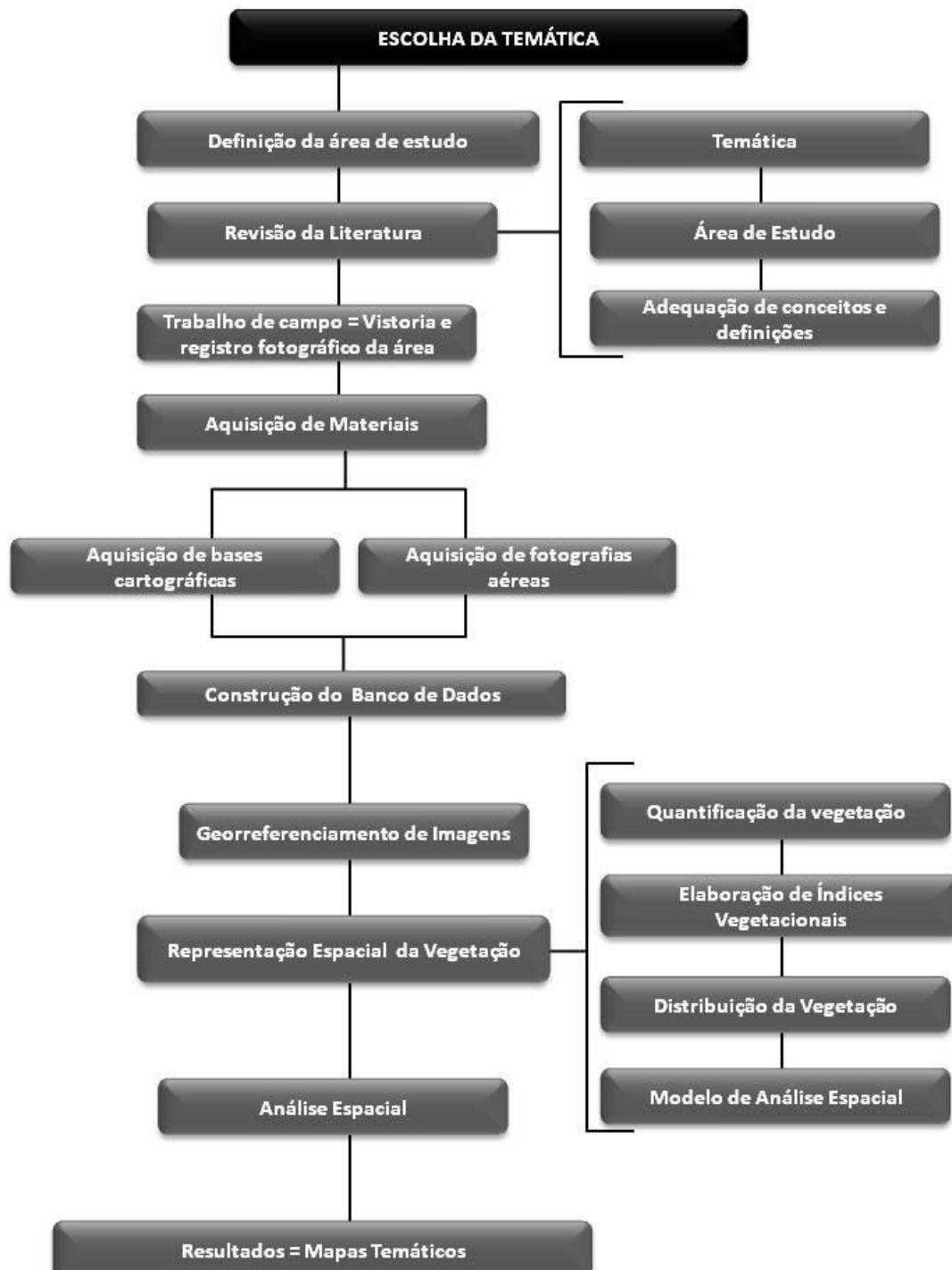


Figura 18: Fluxograma das etapas metodológicas

1.3. Levantamento Bibliográfico

Para dar início a construção do trabalho, foram realizadas buscas bibliográficas sobre a temática, consolidando-se uma base teórica, fundamentando o tema aplicada à área de estudo. A aquisição do material referencial bibliográfico específico contribuiu significativamente para a compreensão da dinâmica espacial bem como a qualidade ambiental urbana e aplicação dos SIG no espaço.

A discussão acerca da definição do verde no espaço urbano, para a fundamentação teórica do trabalho, tornou-se essencial, devido os inúmeros conceitos. Percebe-se que o termo área verde pode abranger ou especificar um determinado local no espaço. Evidenciou-se que os conceitos não são errôneos, eles inclinam-se para o que melhor se aplica à realidade apresentada espacialmente, como é o caso da vegetação do Cabula, que não se aplica às áreas verdes ou arborização urbana e sim a espaços verdes. Dessa forma, buscou-se compilar uma definição para os resquícios de vegetação da Mata Atlântica inseridos no Cabula, consistindo na fundamentação teórica apresentada. Nesse contexto, as discussões são essenciais no meio científico para o aprimoramento dos termos, possibilitando um debate mais consolidado sobre o verde inserido na urbe dos municípios brasileiros.

As discussões sobre a aplicabilidade das Geotecnologias no espaço têm crescido consideravelmente, são inúmeros os trabalhos científicos referentes aos SIG e ao Sensoriamento Remoto, que estão cada vez mais mesclados. O desenvolvimento aprimorado da técnica tem contribuído significativamente para diversas análises principalmente ambientais. Não há uma grande divergência no que se refere aos conceitos, é visível um aperfeiçoamento de definições, contribuindo essencialmente para o desenvolvimento científico.

1.4. Aquisição de materiais

Para pesquisas no meio intra-urbano é fundamental o uso de imagem de alta resolução espacial, tornando-se mais viável utilizar aerofotos com escala em torno de 1:10.1000, para um melhor detalhamento, análise e compreensão da superfície terrestre. Para Florenzano (2007, p. 35) “imagens de satélite e fotografias aéreas são retratos fiéis da superfície terrestre, que se tornam informação a partir de sua interpretação”. A mesma autora afirma também que a origem do sensoriamento remoto vincula-se ao surgimento da fotografia aérea, evolução das técnicas e pesquisas espaciais.

Foram adquiridas fotografias aéreas cedidas pela CONDER, com especificações técnicas apropriadas para análise da vegetação no meio intra-urbano. As imagens de satélite disponibilizadas gratuitamente pelo INPE, tais como LANDSAT 5 TM (30m) e 7 ETM+ (15m) e CBERS CCD (20m) apresentam resoluções espaciais não adequadas para esse tipo de análise. Há imagens de satélite com melhores resoluções espaciais, porém essas imagens possuem alto valor aquisitivo, tornando inexecutável sua utilização. Dessa forma, optou-se pelas aerofotos que foram disponibilizadas gratuitamente.

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas e a Norma Brasileira Registrada (ABNT/NBR) – Lei nº 14.166 de agosto de 1988 – Rede de Referência Cadastral Municipal –, a definição de base cartográfica é a seguinte:

Conjunto de cartas e plantas integrantes do Sistema Cartográfico Municipal que, apoiadas na rede de referência cadastral, apresentam, no seu conteúdo básico, as informações territoriais necessárias ao desenvolvimento de planos, de anteprojetos, de projetos, de cadastro técnico e imobiliário fiscal, de acompanhamento de obras e de outras atividades que devam ter o terreno como referência (INCRA, 2003, p. 05).

Diante da definição, compreende-se a importância e aplicabilidade das bases cartográficas. Assim, as bases adquiridas foram disponibilizadas pela Prefeitura Municipal do Salvador, visto que até o presente momento os órgãos públicos locais disponibilizam bases do ano de 2006, exceto os limites do bairro que são do ano de 2010.

1.5. Construção do Banco de Dados Geográficos (BDG)

A construção de um banco de dados geográficos para o emprego das técnicas de geoprocessamento é essencial para o desenvolvimento do trabalho. Dados geograficamente referenciados, ou simplesmente dados geográficos, são aqueles que possuem uma dimensão espacial, ou uma localização, diretamente ligada ao mundo geográfico real como as imagens de satélites de sensores remotos, os dados de inventários cadastrais, os dados ambientais coletados em campo e os modelos numéricos de terreno (Vinhas, 2006). Dessa forma, banco de dados geográficos pode ser entendido como um conjunto de dados geograficamente referenciados ou georreferenciados, manipulados por um sistema computacional, ou seja, por SIG.

Na construção do banco de dados geográfico utilizaram-se as bases cartográficas em formato *shapefile*¹³ (hidrografia, curvas de nível, edificações, logradouro e limite do bairro), e fotografia aérea no formato JPEG, nos dados vetoriais o sistema de projeção adotado é Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 24S, e referencial geodésico *South American Datum 1969* (SAD-69), ainda utilizado pelas instituições brasileiras¹⁴. Os dados serão estruturados de maneira que haja correlação entre si. Criou-se um “*geodatabase*” intitulado Cabula em ambiente SIG utilizando o ArcCatalog disponível no *software* ArcGIS 10. Este banco de dados é essencial para organização e desenvolvimento do trabalho, permitindo armazenamento e manipulação dos dados geográficos e tabulares em um ambiente de banco relacional, contendo várias opções de personalização, aumentando a rapidez e o carregamento dos dados, criando estruturas para integridade da base. Para Almeida (2006, p.58), a utilização desse formato de banco de dados emprega a estrutura de um banco Access, permitindo que

¹³ O *shapefile* ou *shape* é uma organização de dados, reconhecida em grande parte dos SIGs, idealizada pela empresa ESRI para conter tanto dados geométricos quanto dados de atributos, distribuídos em três arquivos, sendo dois com os dados propriamente ditos (**.shp* e **.shx*) e o terceiro contendo a informação do índice de organização dos dados (**.dbf*) presentes nos primeiros (ESRI, 1998).

¹⁴ Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) legalmente, existem no Brasil os sistemas geodésicos de referência SAD69 (South American Datum 1969) e o SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas). Porém, o SIRGAS2000 será o único sistema geodésico de referência legalizado no país. Ele é a nova base para o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN). A transição dos sistemas geodésicos utilizados no país acontecerá até 2014. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/faq.shtm>>, Acesso em 14, jul 2012, às 21:00.

os dados sejam trabalhados em ambiente dual, o que significa dizer que, utiliza-se a potencialidade dos módulos de banco de dados, assim como as ferramentas existentes em um programa de SIG como visualização, edição e análise espacial.

Através das ferramentas computacionais do geoprocessamento integradas em SIG torna-se possível o cruzamento de informações proporcionando uma análise integrada do objeto de estudo. Dessa forma, permite realizar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados, possibilita a produção de documentos cartográficos (Câmara, 2001b, p. 01). A partir da criação do banco de dados geográfico (figura 19), por meio dos materiais adquiridos nos formatos raster e vetorial, as informações serão estruturadas, possibilitando uma análise espacial integralizada (figura 20) do Cabula.

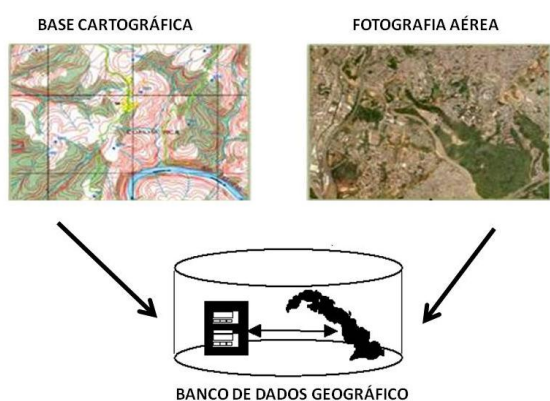


Figura 19: Construção do BDG
Fonte: Elaborado pela autora, 2012.

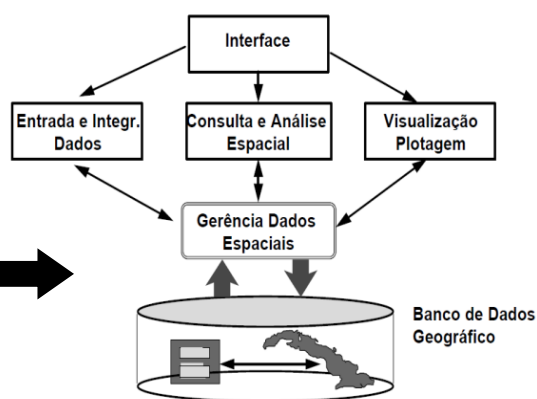


Figura 20: Arquitetura dos SIG
Fonte: Câmara, 2001.

1.6. Georreferenciamento da Imagem

O georreferenciamento da imagem não foi realizado por partes, e sim num todo, ou seja, um mosaico. Isso porque, na fotografia aérea utilizada não foi preciso fazer sua junção, pois a CONDER cedeu a imagem em forma de mosaico, num retângulo envolvente respeitando os limites do bairro analisado, possuindo os devidos ajustes geométricos. Dessa forma não foi preciso ortorretificar a imagem, por não apresentar significativas distorções ou erros de deslocamento.

O georreferenciamento na imagem foi executado para que a aerofoto tenha um sistema referência espacial através de coordenadas. Dessa forma, Roque *et al.* (2006, p. 87) afirmam que essa técnica consiste em tornar as coordenadas conhecidas num dado sistema de referência adotado pelo país, esse procedimento é necessário para que se obtenha delimitação real de uma área específica, sem que haja riscos de sobreposição da mesma.

Este procedimento foi realizado no *software* ArcGIS/ArcMap (10), com a introdução de dados espaciais (arquivos *raster* e vetoriais) no programa. Os passos serão descritos a seguir:

- O primeiro passo para o início do georreferenciamento em ambiente SIG foi determinar o sistema de referência no *layer* para posteriormente importar os arquivos raster e vetoriais. O sistema de projeção adotado é o Universal Transversa de Mercator (UTM) indicado para mapeamentos mais detalhados (1:1.000 à 1:100.000). Após a seleção do sistema de projeção, torna-se necessário indicar a zona e fuso pertencente aos dados a serem trabalhados, neste caso é 24 Sul e sistema geodésico de referência *South American Datum* 1969 (SAD-69) atualmente utilizado pelas instituições brasileiras. O referencial geodésico original da fotografia aérea era SIRGAS-2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), porém foi modificado para o sistema geodésico SAD-69.
- Em seguida, foram importados os dados espaciais (raster e vetoriais) nos diretórios do computador para realizar o georreferenciamento;
- Foram adicionados quatro pontos na imagem, conhecidos como pontos de controle, através da base cartográfica, os pontos de intersecção utilizados foram fixos, que oferecem feições físicas claramente identificáveis como eixo de logradouro e edificações;
- Não houve a necessidade de adoção de mais pontos, o erro residual ou desvio-padrão do georreferenciamento foi aceitável dentro dos padrões de exatidão

cartográfica, que se refere a um desvio máximo tolerável inferior a um quinto do valor da escala da imagem trabalhada¹⁵;

- Posteriormente, a imagem foi salva em formato TIFF, podendo então ser trabalhada para a execução dos objetivos propostos.

1.7. Análise Espacial

Nessa fase da pesquisa foram executados os passos para análise espacial da vegetação, através dos dados espaciais manipulados em ambiente SIG, por meio da quantificação, índice, distribuição e, por conseguinte o modelo de análise espacial. A compreensão da distribuição desses dados é essencial para elucidar a questão central da problemática apresentada, permitindo sua visualização espacial.

Sinteticamente, aplicar a análise espacial compreende uma análise exploratória de dados variados associados entre si, conseqüentemente em sua modelagem, para melhor compreensão do fenômeno analisado, possibilitando melhorias no espaço e contribuindo para planejamento urbano-ambiental.

Segundo a definição de Bailey (1994), análise espacial seria uma habilidade genérica de manipulação de dados espaciais de variadas formas e extração de conhecimento adicional como resposta. Inserindo funções básicas como consulta de informações espaciais dentro de áreas de interesse definidas, manipulação de mapas e produção de alguns breves sumários estatísticos dessa informação. Reunindo também funções como a investigação de padrões e relacionamento de dados na região de interesse, buscando, desse modo, o melhor entendimento do fenômeno e a possibilidade de se fazer prognósticos.

Análise espacial refere-se a mensurar propriedades e relacionamentos, levando em conta a localização espacial do fenômeno em estudo de forma explícita. O que significa dizer que a ideia central é incorporar o espaço à análise que se deseja fazer. A análise

¹⁵ Normas Técnicas da Cartografia Nacional, decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984. Acesso em http://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/projeto_mudanca_referencial_geodesico/legislacao/legisla_decreto_89817_d.pdf, 12 ago, 2012, às 15:00.

espacial é composta por um conjunto de procedimentos encadeados, cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente os relacionamentos espaciais presentes no fenômeno. Em geral, o processo de modelagem é precedido de uma fase de análise exploratória, associada à apresentação visual dos dados sob a forma de gráficos e mapas e a identificação de padrões de dependência espacial no fenômeno em estudo (CÂMARA, 2001, p. 04).

1.7.1. Quantificação da Vegetação

A quantificação espacial da vegetação limitou-se aos espaços verdes contínuos, incluindo também o que é definido pelas copas das árvores. Do ponto de vista de sua cobertura, estas constituem uma mancha verde, não em termos de ocupação global do solo (permitindo a existência de outros tipos de ocupação no seu subcoberto), mas em termos de produção dos seus efeitos benéficos.

Esse procedimento quantitativo foi realizado no *software* ArcGIS – ArcMap e ArcCatalog. Primeiramente, foi construído no ArcCatalog uma *shapefile* definida em forma de polígono com a devida referência espacial, para representação vetorial quantitativa das manchas verdes selecionadas.

Em seguida, no ArcMap foram importados os dados vetoriais (*.shp*) e fotografia aérea, iniciando a demarcação manualmente através da interpretação visual da imagem e edição gráfica, como demonstra a figura a seguir:



Figura 21: Polígonos para quantificação dos espaços verdes
Fonte: Elaborado pela autora, fotografia aérea da CONDER.

Ao finalizar o delineamento dos polígonos representado pela mancha verde, utilizou-se o aplicativo *Xtools Pro*. Este aplicativo reúne ferramentas de grande utilidade para análise vetorial espacial, potencializando a funcionalidade do *ArcGIS*. O *Xtools Pro* possui ferramentas para cálculos espaciais, ou seja, a mensuração dos vetores poligonais representados. Assim, foram calculadas as áreas dos polígonos, onde os resultados foram inseridos na tabela de atributos, bem como seu somatório total.

As áreas poligonais permitiram a quantificação do verde constituindo sua espacialização na urbe. Esse método pode ser considerado como uma seleção manual de geo-objetos em imagem digital. Segundo Oliveira et al. (2006, p. 66), um geo-objeto refere-se a uma entidade geográfica singular e indivisível, caracterizada por sua identidade, suas fronteiras e seus atributos. Dependendo da entidade considerada, esse objeto pode ser, por exemplo, a copa da árvore, um talhão florestal, uma quadra agrícola, ou mesmo uma unidade de conservação.

O método aplicado é o que melhor se adéqua aos objetivos propostos no trabalho, o material resultante da fotointerpretação será então empregado na elaboração dos índices de cálculo da vegetação.

1.7.2. Índices Espaciais para Análise da Vegetação

Os índices espaciais são definidos como um conjunto de parâmetros utilizados para pesquisas da arborização presentes nos espaços urbanos, à medida que se realiza a mensuração destes, será obtida uma melhor ou pior condição da arborização, e de fato exercerá influência na qualidade das áreas verdes urbanas (LIMA NETO e SOUZA, 2009, p. 48).

A quantificação e a configuração espacial do verde nas cidades podem ser utilizadas como instrumentos e parâmetros de avaliação da qualidade ambiental em áreas urbanas (CAVALHEIRO e DEL PICCHIA, 1992, p. 33).

Para a execução de cálculos de índices, fez-se referência aos parâmetros de pesquisas científicas acerca dessa temática. Essa metodologia apoiou-se em um levantamento bibliográfico baseado no referencial teórico-prático, para que então fossem definidos os índices mais apropriados e aplicáveis na área estudada. Assim, possibilitando o desenvolvimento de um sistema de classificação da vegetação mais apropriado para análise da área de pesquisa, como também o levantamento histórico e a vistoria de campo do bairro.

Alguns parâmetros são definidos para cálculo de índice espacial de acordo com a realidade apresentada, visto que esses índices são passíveis de questionamentos. A Organização das Nações Unidas (ONU) recomenda o Índice de Área Verde de $12\text{m}^2/\text{habitante}$ nas cidades. Os parâmetros determinados pela ONU sugerem o índice de 30% de cobertura vegetal nas áreas urbanas, caso esse valor seja inferior a 5%, então o local caracteriza-se como uma área semelhante a regiões desérticas, comprometendo a qualidade ambiental (NUCCI, 2008, p. 48).

Porém, a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU) sugere o índice mínimo de área verde de 15m²/habitante. Para Matos e Queiroz (2009, p. 18), há também divergência para composição desse índice, porém o mais importante é considerar sua distribuição no ambiente urbano, pois se estas se concentrarem em alguns setores da cidade, o índice não é aceitável. As áreas verdes devem ser avaliadas sob a ótica da quantidade, distribuição e qualidade.

Nessa pesquisa não se aplicam alguns índices utilizados em pesquisas de arborização, a exemplo do Índice de Árvores por Quilômetro de Calçada Arborizada e Índice de Área Verde, de maneira sintética apresentam percentuais de cobertura da arborização viária e somatório de áreas verdes de lazer (praça, parques, etc.) respectivamente não podendo ser empregados nessa análise.

Dessa maneira, adaptaram-se as fórmulas dos índices à realidade apresentada, devido à configuração espacial da vegetação. A pesquisa não trata especificamente da arborização viária, ou seja, árvores plantadas ao longo das calçadas centralizando-se em suas copas, mas em todo o quantitativo arbóreo, incluindo árvores densas e dispersas, em espaços públicos e privados do Cabula.

Para calcular o percentual do espaço verde do Cabula, tem-se a seguinte equação, através do Índice de Espaço Verde por Área (IEVA):

$$IEVA = \frac{\sum EV}{A} \times 100$$

Onde:

EV = Espaços Verdes (m²)

A = Área Total (m²)

O Índice de Espaço Verde por Habitante (IEVH) tem a função de conferir o que é estabelecido índice mínimo pela SBAU, assim tem-se a seguinte fórmula:

$$IEVH = \frac{\sum EV}{H} \times 100$$

Onde:

EV = Total dos Espaços Verdes (m²)

H = Número Total de Habitantes

1.7.3. Distribuição Espacial do Verde Urbano

Para análise da distribuição espacial da vegetação, foram feitas classificações supervisionadas na imagem, utilizando o *software* SPRING. Para iniciar esse procedimento primeiramente foi necessário definir um banco de dados, do qual foi utilizado o gerenciador de banco de dados SQLite. O primeiro passo foi atribuir um nome à base de dados que foi intitulada Cabula. Em seguida foi criado o projeto, em que se definiu a projeção e o retângulo envolvente, nos quais se especifica as coordenadas planas ou geográficas. Selecionou-se a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e Datum SAD-69, zona 24S.

Para essa análise, utilizou-se os classificadores supervisionados de Máxima Verossimilhança (MaxVer) e Bhattacharya. O classificador MaxVer é uma classificação pontual, baseada no valor radiométrico do pixel e nos parâmetros da distribuição Gaussiana de cada uma das classes de treinamento. As principais vantagens dos classificadores por pixel são a rapidez e facilidade no processamento. A classificação *Bhattacharya*, por outro lado, utiliza amostras de alguns segmentos para treinar o classificador, calculando a média e matriz de covariância de cada classe. Em seguida,

cada segmento é alocado a uma dessas classes segundo a menor distância de Bhattacharya (CORREIA, 2007).

Para a classificação Bhattacharya é necessário utilizar o processo de segmentação na imagem, resultando na divisão da imagem em polígonos. Segundo informações do manual do programa, a segmentação trata-se da extração de objetos relevantes para a aplicação desejada. No processo de segmentação do trabalho utilizou-se a técnica de crescimento por regiões, que agrupam dados, dos quais somente as regiões adjacentes, espacialmente, podem ser agrupadas. Esse processo de segmentação rotula cada pixel como uma região distinta. Em seguida, anexam-se as regiões contíguas similares, de acordo com os parâmetros definidos, que são a similaridade e a área do pixel¹⁶.

Foram realizados na imagem treinamentos para definir quais melhores valores de segmentação a serem trabalhados. Após os treinamentos dos diferentes parâmetros verificou-se a melhor segmentação para a imagem, correspondendo à similaridade 22 e área do pixel 40, em seguida foi criado um plano de informação para posteriormente se realizar a classificação com os algoritmos *Bhattacharya* e MaxVer.

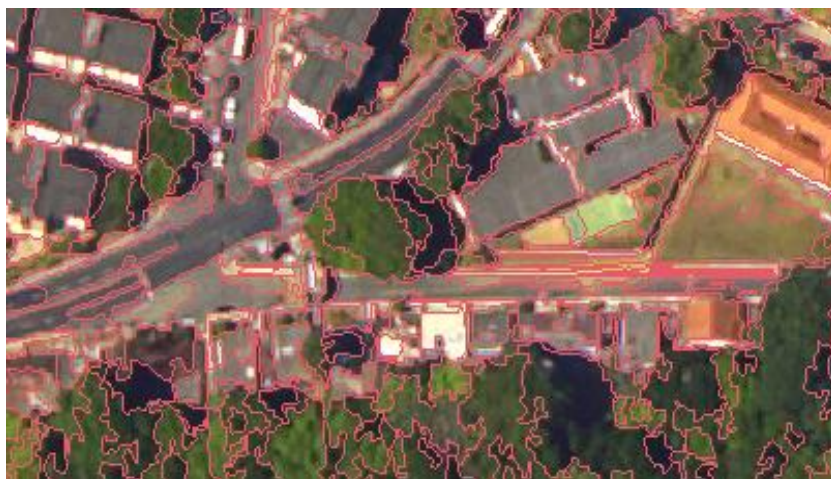


Figura 22: Segmentação: similaridade (20); área pixel (40)
Fonte: Elaborada pela autora.

¹⁶ Disponível em <[http:// file:///C:/Program%20Files/Spring521_Portugues_x86/helpport/c_clapix.htm](http://file:///C:/Program%20Files/Spring521_Portugues_x86/helpport/c_clapix.htm)>
Acesso em 20, ago, 2012, às 21:00h.

Para os dois classificadores adquiriram-se oitenta e cinco amostras de cada classe temática na imagem em análise, foram criadas apenas duas classes temáticas: Vegetação e Não Vegetação. Não foram especificadas outras classes temáticas no meio urbano, pois o propósito da análise é verificar a distribuição do verde na urbe. Em seguida, foi realizada a pós-classificação, que age como um filtro, que é utilizada para eliminar o “ruído” que existe na imagem alvo de classificação, ou seja, atua sobre os pixels que se encontram “perdidos”, uniformizando-se dessa forma as classes temáticas. No SPRING, nesta operação utiliza-se o peso que se refere ao número de vezes que a frequência do ponto central é considerada o limiar que equivale ao valor da frequência a partir do qual esse pixel é alterado¹⁷. Atribuiu-se peso 2 e limiar 5 nos dois classificadores, esses valores são pré-definidos no *software* SPRING.

1.7.4. Modelo de Análise Espacial

A proposta de Modelo de Análise Espacial fundamenta-se nos procedimentos metodológicos realizados para análise da vegetação. A partir desses procedimentos organizou-se um modelo de análise do espaço através do SIG, aplicável em ambiente urbano. A convergência das ferramentas de análise espacial, referentes ao SIG e ao Modelo de Análise Urbana, é essencial para o processo de planejamento urbano, potencializando sua análise integrada.

O estudo de uma realidade introduz a necessidade de representá-la e manipulá-la de alguma maneira. Segundo Echenique (1976, apud Saboya, 2000 p.63), “toda representação é um modelo, e o objetivo deste é prover um quadro simplificado e inteligível da realidade, com o objetivo de compreendê-la melhor”. Para Lee (1973, p. 07), “em essência, um modelo é uma representação da realidade. É normalmente uma declaração simplificada e genérica do que parecem ser as características mais importantes de uma situação concreta”. Dessa forma, a complexidade da realidade é reduzida a níveis aceitáveis de simplificação, com o intuito de conseguir realizar procedimentos de análise sem perda na validade dos resultados (SABOYA, 2000, p. 63).

¹⁷ Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>>, Acesso em 20, ago, 2012, às 21:00h.

Ressalta-se que não foi criado um “Modelo Urbano”, mas um modelo para análise específica do espaço urbano. Modelos Urbanos ao longo da história de seu desenvolvimento são classificados principalmente em duas categorias: modelos microeconômicos e de interação espacial. Há uma diversidade de modelos, que variam em função da sua objetividade, do modo como se comportam em relação à variável tempo, e de natureza dos seus componentes (Saboya, 2000, p.63). Os modelos urbanos são definidos por Wegener (1994, p. 21) como “modelos matemáticos implementados em computador e projetados para analisar e prever o desenvolvimento de sistemas urbanos”.

A análise integrada dos resultados servirá de direcionamento para a elaboração de propostas cabíveis para minimizar ou solucionar a problemática existente. Dessa maneira, os SIG na visualização dos resultados das análises, compreendem o acesso aos dados espaciais, armazenando e manipulando tais dados, de modo que possam ser gerenciados para a otimização do modelo de análise espacial do Cabula. Assim, o modelo de análise do espaço se resume no organograma a seguir, obedecendo à hierarquização das etapas metodológicas anteriormente descritas, possibilitando avaliar o cenário atual do Cabula, no que se refere à vegetação.

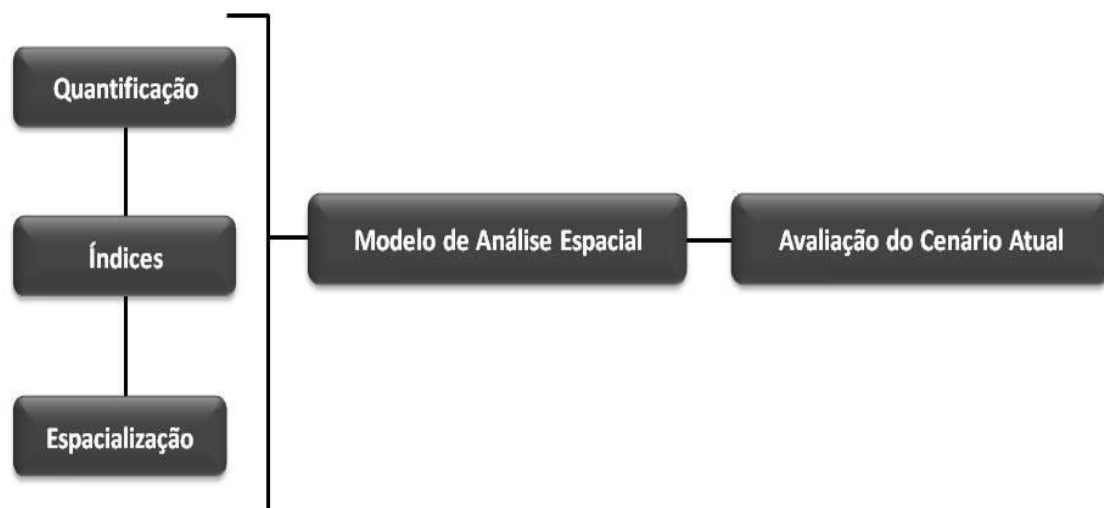


Figura 23: Organograma de Modelo de Análise Espacial
Fonte: Elaborado pela autora.

IV. Resultados e Discussão

1. Análise Espacial dos Dados

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos a partir da análise dos dados. Tais resultados processados em ambiente SIG forneceram mapas representativos da área estudada, permitindo diagnoses e prognoses da vegetação urbana.

A análise dos resultados será apresentada conforme a ordem metodológica desenvolvida nas etapas da pesquisa. Assim, primeiramente será apresentada a quantificação da vegetação, qual a porcentagem correspondente ao verde na urbe. Em seguida, serão apresentados os resultados dos cálculos dos índices espaciais. E posteriormente como a vegetação se distribui no espaço, através da classificação de imagem. A partir dessa análise será possível propor a melhor maneira da distribuição da vegetação, bem como um projeto de arborização relacionado à qualidade ambiental urbana.

1.1. Quantificação da Vegetação

A quantificação é um importante indicador de verde presente na urbe. Gerou resultados que possibilitaram cálculos apontando os reais problemas. Tem-se, então, uma análise espacial criteriosa com valores mais realistas sobre a situação dos espaços verdes no Cabula, esses valores expressam uma maior fidedignidade da vegetação inserida no espaço urbano.

Conforme alguns autores, os espaços verdes podem ser classificados segundo suas funções, benefícios e seu porte vegetacional. Esses aspectos são essenciais para a qualidade ambiental, contribuindo sensivelmente para a função social da cidade e proporcionando interações entre o homem e a natureza. Nessa lógica, a quantificação foi executada de acordo com esses aspectos, considerando o espaço verde enquanto beneficiário do meio.

A vegetação quantificada representa $1,5\text{km}^2$, ou seja, os polígonos construídos correspondem a 44,1% do espaço total do Cabula, equivalente a $3,4\text{ km}^2$. Ressalta-se que todo espaço verde do Cabula foi quantificado, exceto a área pertencente ao empreendimento Horto Bela Vista. Atualmente, esse espaço está modificado com a construção de edifícios (figura 24).

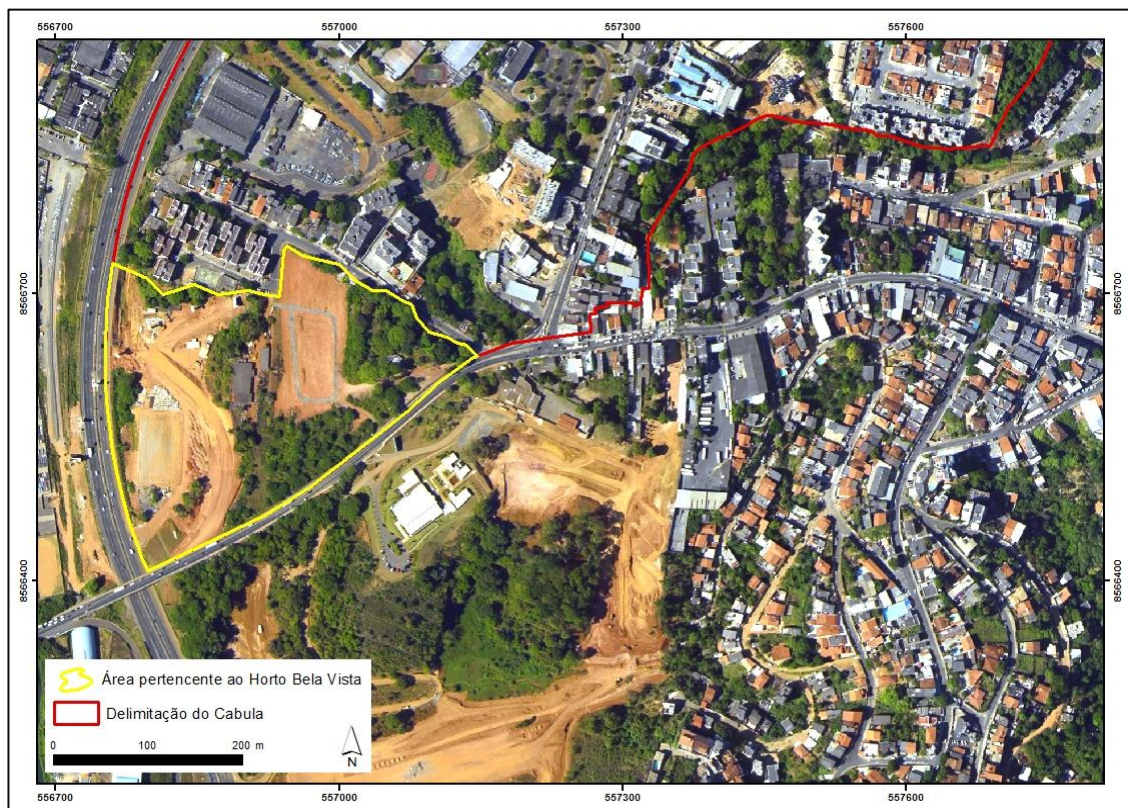


Figura 24: Delimitação da área pertencente ao Horto Bela Vista
Fonte: Elaboração da autora.

Evidencia-se que há muito mais ambiente construído, equivalente a 56% da área total. O resultado desse cálculo servirá para os resultados dos índices no tópico seguinte, além de servir para comparação em relação a estudos anteriores e futuros sobre a redução do verde no bairro ao longo das décadas.

No tópico seguinte, a discussão será mais detalhada, pois esse percentual do verde não é menor, devido à área verde do Exército Brasileiro ser extensa, correspondendo a 32,3% do espaço total do bairro. Esse espaço federal preserva uma parte significativa dos resquícios de Mata Atlântica, como consta na figura 25, onde cientistas realizam

pesquisas com certa regularidade, principalmente para preservação da flora e da fauna. Diante da grande importância desse bioma, recentemente pesquisadores em parceria com o Ministério Público realizaram uma pesquisa sobre a vegetação do bioma Mata Atlântica na cidade do Salvador. Esse estudo tem a finalidade de estimular a elaboração e implantação do Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica para cidade, realizada através do diagnóstico da vegetação inserida na urbe, visando identificar e mapear os estágios sucessionais dos remanescentes desse bioma, com base na legislação federal.

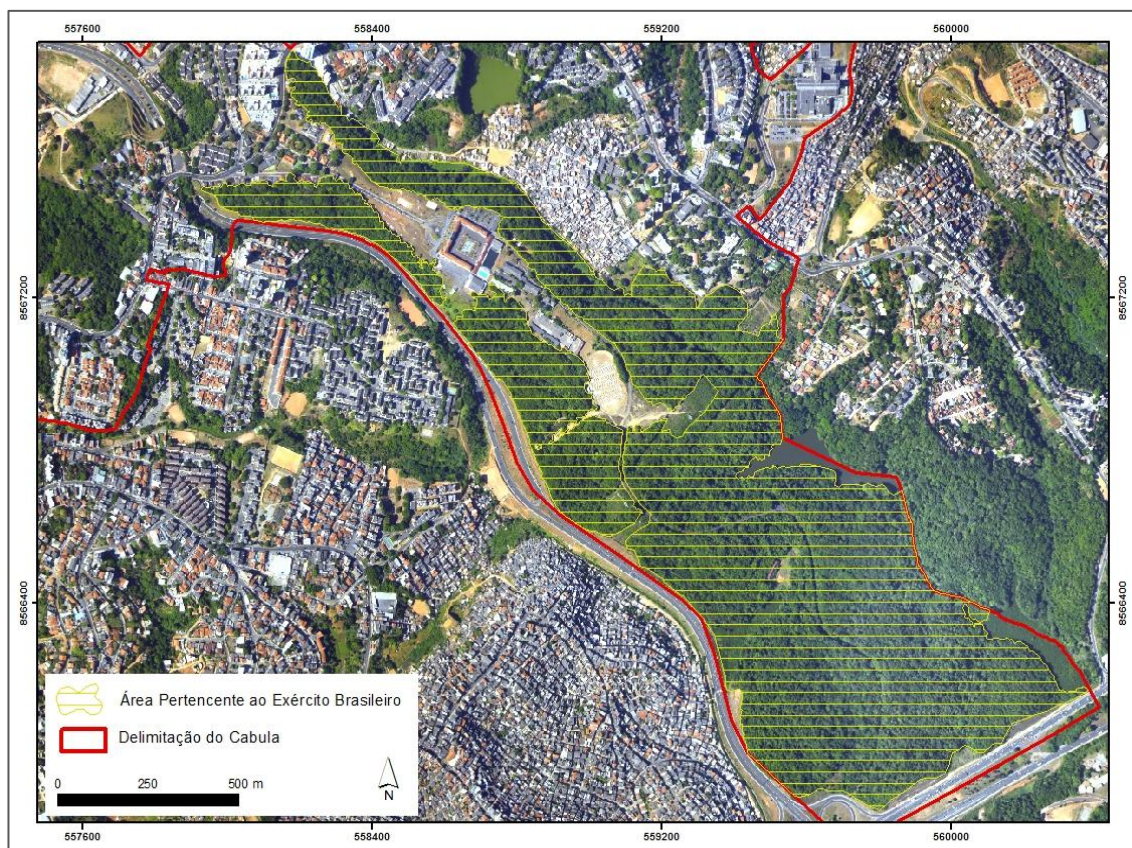


Figura 25: Área hachurada equivalente à área verde do Cabula pertencente ao Exército Brasileiro.
Fonte: Elaborado pela autora.

1.2. Índices Espaciais para Análise da Vegetação

Os índices que avaliaram a arborização inserida no espaço urbano foram fundamentais para comprovar a proporção do verde no Cabula. Essa mensuração mostrou, através dos parâmetros utilizados, o nível de qualidade ambiental urbana. Esses parâmetros avaliaram o quantitativo arbóreo. Essa análise espacial auxilia no planejamento urbano, pois as árvores se configuram como um canal de ligação entre espaços de lazer (jardins, parques, praças) e os espaços edificados. Auxiliando na discussão de políticas ambientais, em especial ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano da cidade.

Os índices apresentaram resultados distintos diante das amostras utilizadas, foram executados cálculos diferenciados, utilizando o espaço verde total quantificado através dos polígonos, porém foram realizados cálculos excluindo a área pertencente ao Exército e também a significativa área verde que até o presente momento encontra-se conservada, mas que foi adquirida para a construção do empreendimento Reserva Mata Atlântica.

1.2.1. Índice de Espaço Verde por Área (IEVA)

Os resultados desse índice indicam o percentual da vegetação, os valores foram calculados conforme fórmula apresentada; assim, têm-se os seguintes resultados:

- Área verde total: a área verde total correspondente equivale a 44,1% do espaço do Cabula, como foi colocado no tópico anterior.
- Área verde do Exército: o exército representa quase um terço do valor total da área do bairro. Dessa maneira, o valor correspondente aos espaços verdes total dessa área equivale a 73,3%.
- Área verde do local onde será construído o Reserva Mata Atlântica: essa área corresponde a 20% do espaço verde total. Ou seja, um quinto dos espaços verdes existentes será reduzindo brevemente.

Os índices apresentaram a real configuração dos espaços verdes do Cabula, evidenciando-se que apenas 6,7% são espaços dos quais a população pode “desfrutar”, porque a maioria desses espaços é particular. Dessa maneira, a área federal e do Reserva Mata Atlântica não deveriam ser incluídas no cálculo de espaços verdes, visto que não se trata de um parque natural destinado ao lazer ou às atividades físicas, mas para treinamentos militares. Como o cálculo do índice é destinado às pesquisas para mensurar a arborização presente na urbe, o resultado obtido indica uma melhor ou pior arborização. Evidencia-se então um percentual muito baixo, correspondendo a apenas 26,7% do limite total do bairro, excetuando-se a área federal. Os resultados percentuais podem ser dimensionados espacialmente no mapa (figura 26) da página seguinte.

O resultado do espaço verde total satisfaz o que é estabelecido pela ONU, que sugere um índice de 30% de cobertura vegetal nas áreas urbanas. Mas esse valor não significa qualidade ambiental, pois sua distribuição e utilização no ambiente não são conferidas através desse resultado correspondente a 44,1%.

Simões et al. (2001) apresentaram uma metodologia na qual desenvolveram o Índice de Sombreamento Arbóreo (ISA), os autores definiram esse índice através da copa das árvores. Esse procedimento não se distancia do IEVA, visto que foi definido utilizando também a copa das árvores, além do verde contínuo.

A metodologia de Simões et al. (2001) apresenta as definições do ISA da seguinte maneira: em bairros predominantemente residenciais é recomendável o ISA de no mínimo 50%, nos bairros com predominância de atividade comercial recomenda-se o ISA de 30%. Os resultados apresentados no Cabula estão abaixo de 50%, incluindo ou não a área federal. Os valores demonstram uma deficiência na qualidade ambiental no bairro, ou seja, uma ausência significativa de árvores. Isto implica numa estrutura de arborização urbana deficiente.

Algumas pesquisas nessa temática utilizaram o ISA, para comprovar a arborização existente nas cidades, obtiveram em alguns bairros de diversas cidades como Aracaju, Campo Grande, Curitiba e Maringá valores superiores a 50%. Isto posto, conclui-se que

há possibilidade de se planejar bairros no tocante a inserção do verde na urbe, para que haja uma distribuição adequada da vegetação nos espaços citadinos, proporcionando equilíbrio ambiental.

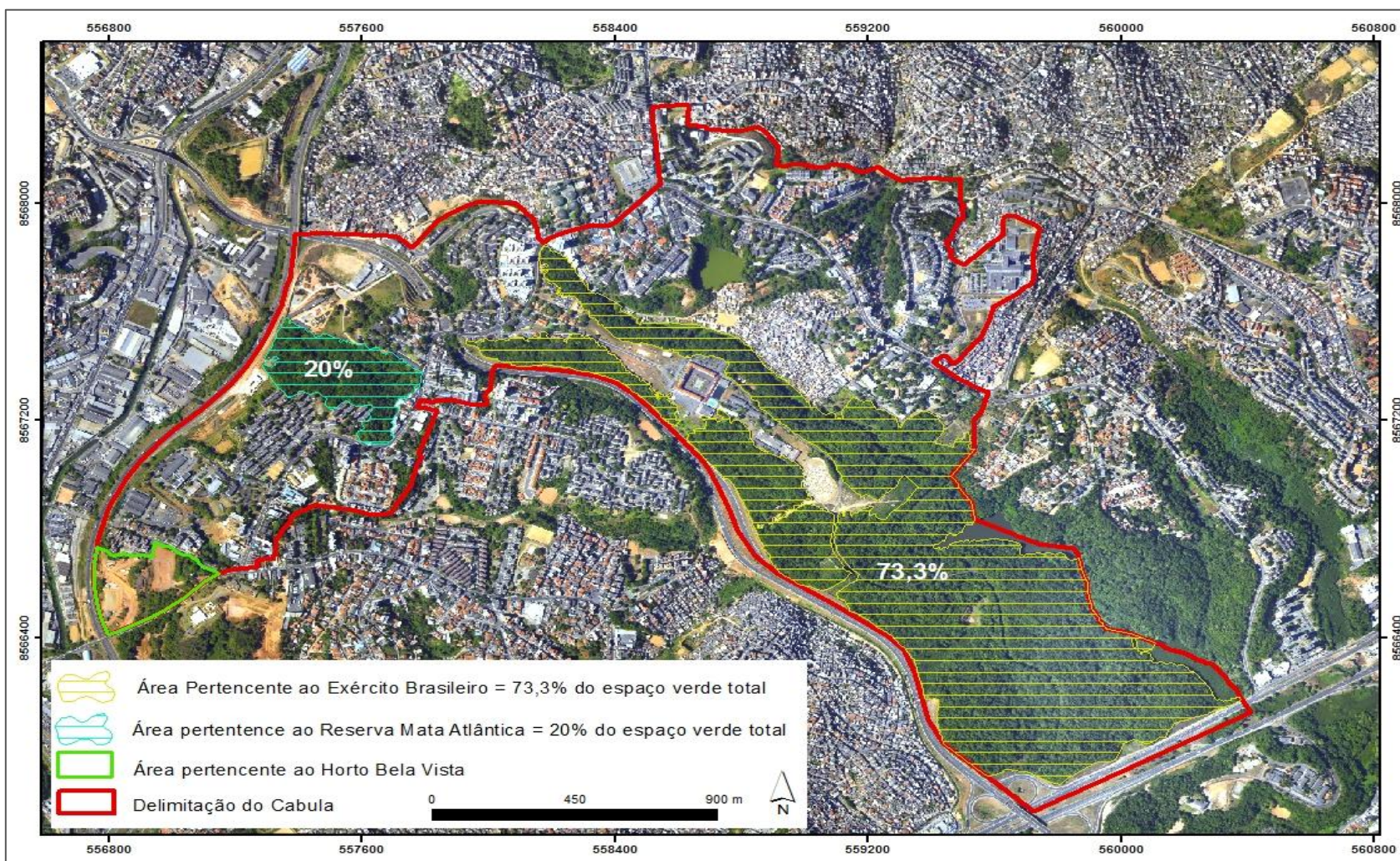


Figura 26: Percentual dos Espaços Verdes
Fonte: Elaborado pela autora.

1.2.2. O Índice de Espaço Verde por Habitante (IEVH)

Os resultados desse índice são um indicativo da cobertura vegetal em áreas urbanas para o quantitativo populacional. O IEVH apresentou os seguintes valores:

- Área verde total: o valor do IEVH utilizando o todo o quantitativo vegetal é de 62,8m²/hab.
- Área verde excetuando a área do Exército: o resultado corresponde a 16,7m²/hab.
- Área verde excetuando a área federal e o local onde será construído o Reserva Mata Atlântica: o resultado apresentado é 12,5 m²/hab.

Diante de que o equivalente a 12m²/hab é recomendado pela ONU, o IEVH apresentou resultados satisfatórios nos três cálculos executados. Porém, o que é estabelecido internacionalmente não corresponde à realidade nacional. A SBAU estabelece o valor mínimo de área verde correspondente a 15m²/hab, o IEVH foi satisfatório apenas nos dois primeiros cálculos. Os parâmetros determinados por ambas as organizações consideram o total da cobertura vegetal em áreas urbanas, ou seja, a vegetação não é avaliada pela ótica de sua utilização, qualidade e distribuição. Mas, evidencia-se obviamente que a área federal tem sua importância, por se tratar de uma rica composição da flora, que desempenha um relevante papel para a qualidade ambiental urbana. O local possui uma fisionomia predominantemente arbórea, essencial para o controle térmico, redução da velocidade dos ventos, poluição do ar, dentre outros benefícios. Verifica-se que o resultado apresentado é aceitável tanto para a ONU quanto para a SBAU.

Essa análise poderia ser mais detalhada e precisa se fossem disponibilizados dados do quantitativo populacional por setor censitário¹⁸, apresentados através de uma desagregação espacial da população residente ao nível de quadra. Assim, haveria a

¹⁸ Setor Censitário: é a unidade territorial estabelecida para fins de controle cadastral, formado por área contínua, situada em um único quadro urbano ou rural, com dimensão e número de domicílios que permitam o levantamento por um recenseador. Assim sendo, cada recenseador procederá à coleta de informações tendo como meta a cobertura do setor censitário que lhe é designado. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/guia_do_censo_2010_operacao.php> Acesso em 31 ago, 2012, 00:45.

possibilidade de realizar o cruzamento da cobertura da vegetação indicando alguma diferenciação espacial e não apenas uma análise de dados globais sobre o bairro.

Segundo informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de Salvador, a lei que divide a área interna do município de Salvador (e que ainda está em vigor) é a Lei Municipal nº 1.038 de 15 de junho de 1960, em que a cidade é constituída oficialmente por um único distrito e por 22 subdistritos e ainda não existe, na legislação vigente, a atual proposta de delimitação de bairros. Os dados disponíveis são apenas do quantitativo populacional que foram obtidos a partir dos resultados do universo do Censo 2010, relativo ao estudo sobre os "Bairros de Salvador", divulgado no âmbito da Comissão Municipal de Geografia e Estatística (CMGE), no dia 28 de março de 2012, no Centro Cultural da Câmara de Vereadores de Salvador.

Pelo fato da Lei de Delimitação de Bairros estar em trâmite judicial, foram utilizados os limites levantados pelo estudo do livro *O Caminho das Águas em Salvador*, esses limites são também utilizados por outros órgãos públicos da cidade. Diante disso, o IBGE local utiliza uma divisão na qual o Cabula encontra-se inserido no subdistrito de São Caetano, isto posto, não estão disponíveis dados da população ao nível de quadra, apenas o quantitativo correspondente ao Cabula num total de 23.869 habitantes, resultado do censo de 2010, valor que foi utilizado no cálculo do IEVH.

A desagregação espacial da população residente ao nível de quadra seria de grande relevância para confirmar o que pode ser visto espacialmente através da delineação da copa das árvores. Evidencia-se principalmente uma ausência significativa do verde em um local do bairro onde houve ocupação irregular, popularmente conhecido como "Timbalada" (figura 27) e habitado por uma população de baixa renda. Já em locais onde as pessoas possuem renda um pouco mais elevada, e, conseqüentemente são mais instruídas, a configuração espacial se desenha de maneira mais adequada arborizadamente (figura 28). Essa diferenciação da configuração espacial decorrente da classe social da população ocorre não somente no Cabula, mas praticamente em toda a cidade. O uso e a ocupação do solo nos locais onde o nível econômico é mais elevado apresenta-se de maneira distinta se comparado aos bairros conhecidos como "populares", com predominância de população de baixa renda. O planejamento

deveria ser igualitário independente da classe social, mesmo porque a vegetação em Salvador está sendo reduzida de maneira drástica, a ausência da verde se revela ainda mais grave nos bairros ditos “populares”.

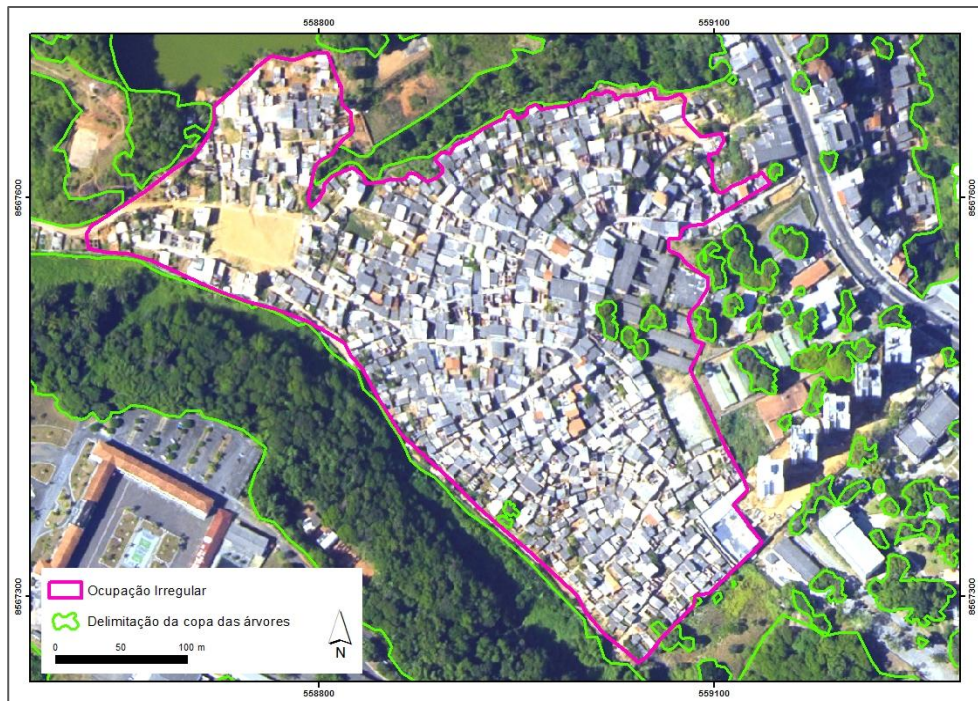


Figura 27: Ocupação Irregular
Fonte: Elaborado pela autora

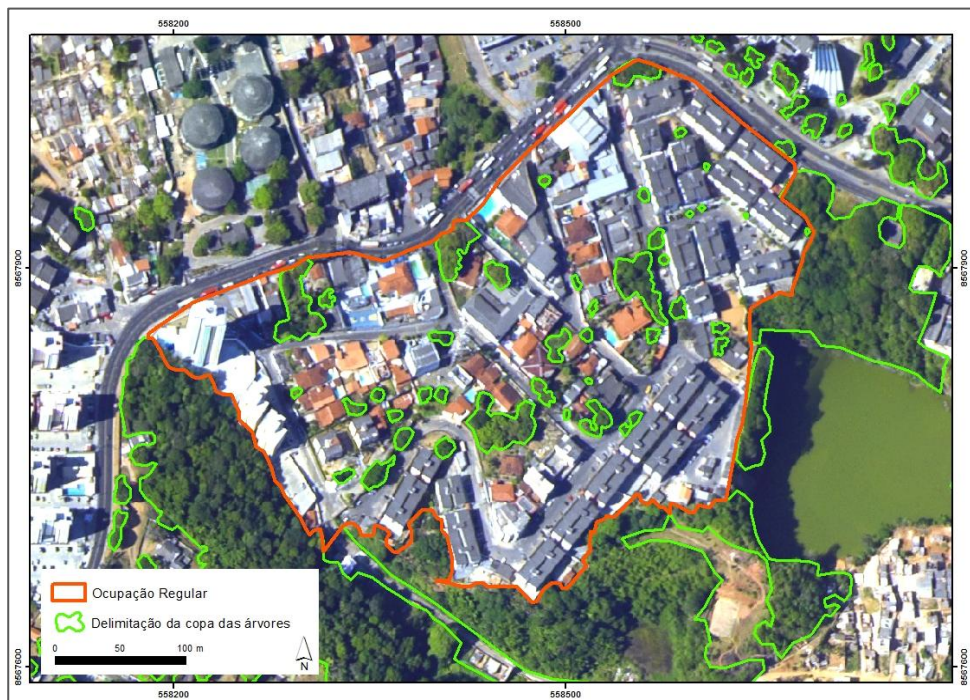


Figura 28: Ocupação Regular
Fonte: Elaborado pela autora

A situação do Cabula, no tocante à cobertura arbórea, é praticamente a mesma em toda a cidade, a distribuição do verde não é uniforme. Seria interessante aplicar o Índice de Densidade Arbórea (IDA), que utiliza o número de árvores da amostra e a área da rua (m^2), cuja função é conferir a existência de indivíduos arbóreos para cada $100m^2$ de área de rua. No Cabula não é apropriado aplicar o IDA, pois não há uma uniformidade da distribuição da vegetação, mas uma concentração em alguns pontos e praticamente não há arborização nas ruas. Os pesquisadores que utilizam o IDA geralmente aplicam-no em cidades arborizadas para fazer um comparativo entre os bairros. Aplicando-se esse índice no Cabula comprovar-se-ia um resultado insuficiente; em alguns pontos, esse índice se aproximaria do zero. É perceptível um déficit de arborização nesse bairro, uma incoerência numa cidade tropical, com temperaturas elevadas quase em todo ano. É essencial que não apenas as ruas do Cabula, mas toda a capital baiana fosse arborizada, elevando-se, assim, a qualidade ambiental, gerando um maior conforto térmico para a população.

1.3. Distribuição da Vegetação

Para a análise espacial da distribuição da vegetação, o método de classificação de imagem apresentou um resultado satisfatório. O objetivo da classificação da imagem foi apenas espacializar/dimensionar o verde. Especificamente nessa pesquisa não houve necessidade de análise de exatidão ou análises estatísticas ou ainda fazer comparações entre a eficácia dos classificadores.

Utilizou-se algoritmos diferentes, no resultado houve um pequeno diferencial, em alguns pontos o classificador MaxVer confundiu sombra das edificações com vegetação. A classificação supervisionada por crescimento de regiões com o classificador *Bhattacharya* apresentou uma maior uniformização dos pixels, e uma espacialização da vegetação mais próxima da realidade apresentada em relação ao *MaxVer*. Esses resultados podem ser comparados como demonstram as figuras a seguir.

Classificação Bhattacharya



Classificação MaxVer



Imagens classificadas: vegetação (verde) e não vegetação (branco)

Figura 29: Classificação Bhattacharya
Fonte: Elaborada pela autora.

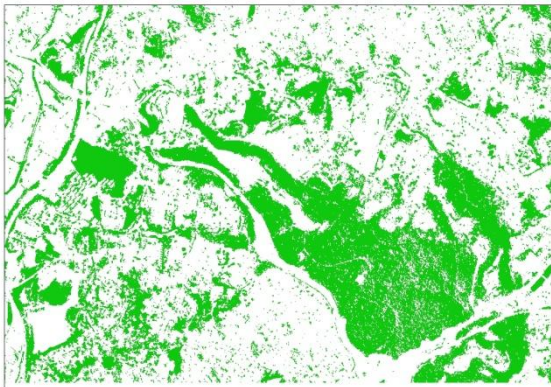
Figura 30: Classificação MaxVer
Fonte: Elaborado pela autora.



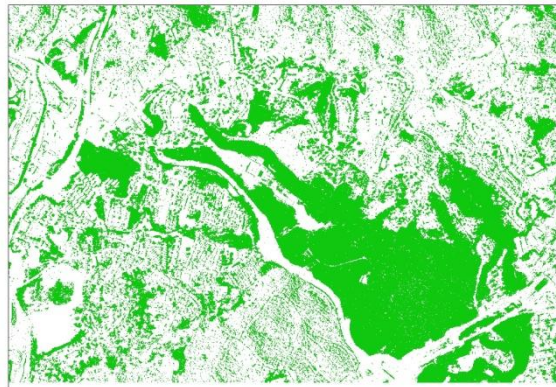
Figura 31: Recorte da área do Cabula utilizado nas classificações das figuras 29 e 30
Fonte: Elaborado pela autora.

Na pós-classificação obteve-se uma aparência menos “ruidosa”, ou seja, houve uma eliminação de pixels isolados. Para a imagem com o classificador *Batthacharya*, optou-se por escolher a pós-classificação com os valores pré-determinados no *SPRING* (peso: 2 e limiar: 5), visto que existiu uma diminuição visível do “ruído”. Na classificação MaxVer também foram usados os mesmos valores que já estavam pré-definidos no *software*.

Para analisar quali-quantitativamente a vegetação existente no Cabula, o método que respondeu melhor foi através da seleção manual de geo-objetos em imagem digital, que permitiu a representação da espacialização na urbe através da interpretação visual de imagem e edição gráfica. A classificação de imagem apresentou uma dimensionalização satisfatória da vegetação, mas a seleção manual é mais condizente com a realidade espacial do verde. Os resultados são demonstrados nas figuras a seguir.



32



33

Imagens classificadas: vegetação (verde) e não vegetação (branco)

Figura 32: Espacialização da vegetação por Bhattacharya

Figura 33: Espacialização da vegetação por MaxVer

Fonte: Elaborado pela autora.

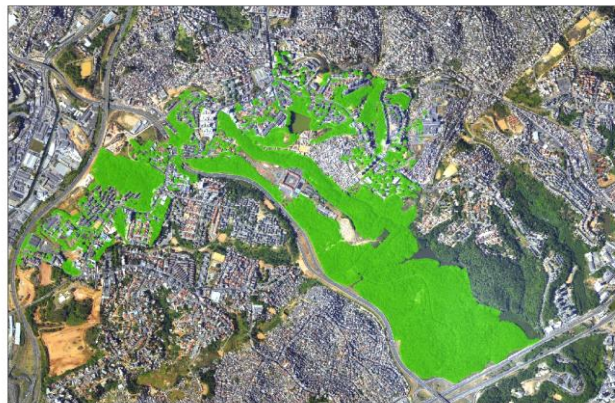


Figura 34: Espacialização da vegetação por seleção manual

Fonte: Elaborado pela autora.

O método de classificação de imagem, principalmente supervisionada, tem sua devida importância e eficácia em trabalhos de Geoinformação. Evidenciou-se que os classificadores de imagem foram eficientes para mostrar espacialmente todo o quantitativo verde em termos de ocupação global. Entende-se que o classificador ideal é aquele que se adequa melhor ao objetivo do qual se trabalha, e neste caso específico, o *Batthacharya* apresentou respostas mais razoáveis em comparação ao MaxVer.

2. Panorama atual do Cabula

A utilização do SIG através do Modelo de Análise Espacial promoveu a reunião de dados diversos, os quais, representados espacialmente, exprimem a totalidade e a complexidade da realidade ambiental apresentada. A análise espacial dos resquícios de Mata Atlântica através do SIG possibilitou uma visão integrada da problemática, essa análise permitirá o direcionamento para o planejamento da arborização urbana.

Os resultados demonstraram que não há uma preocupação com a vegetação por partes dos gestores da cidade. A área onde será construído o Reserva Mata Atlântica é a prova dessa afirmação. Há um grande paradoxo, como já mencionado no capítulo III: se retira o verde para posteriormente valorizá-lo, como o mais novo empreendimento a ser implantado no Cabula, que retirará os resquícios desse bioma e se chamará Reserva Mata Atlântica. Recentemente, esse espaço e a área do Exército foram objetos de pesquisa do Ministério Público da Bahia. Nessas áreas, foram realizadas classificações de estágios sucessionais da vegetação desse bioma, tais classificações se resumiram em estágio avançado, médio e inicial. Dessa forma, é evidente como são importantes esses resquícios, mas o poder municipal está sendo negligente ao permitir a construção do Reserva Mata Atlântica, assim como a de outros empreendimentos na cidade do Salvador.

O quadro não é mais grave pelo fato do Exército estar presente nesse espaço, proporcionando benefícios ao ambiente. A Rua Silveira Martins, principal via de acesso ao bairro, não é minimamente arborizada. Na verdade, a configuração do verde no Cabula se dá em espaços isolados (em sua maioria privados). Essa análise espacial

permitiu identificar a má distribuição do verde, apontando o que pode ser feito para melhorar essa distribuição.

Além da análise em ambiente SIG, foi realizado o trabalho de campo através de fotografias, que permitiu mostrar a deficiência arbórea nas ruas do bairro (figura 35), a degradação das calçadas (figura 36) ao longo da Rua Silveira Martins e o não aproveitamento da potencialidade de um pequeno canteiro central degradado (figuras 37 e 38), registrando-se pouquíssimas árvores, e, em alguns pontos, a completa ausência dessas.



Figura 35: Ausência de árvores
Fonte: Acervo da autora, 2012.



Figura 36: Calçadas degradadas
Fonte: Acervo da autora, 2012.



37



38

Figuras 37 e 38: Canteiro central em diferentes ângulos
Fonte: Acervo da autora, 2012.

Essas análises permitem evidenciar como não há uma preocupação com o verde por parte dos gestores municipais, essa realidade se estende além do Cabula, esse mesmo quadro é presente em outros bairros da cidade.

Atualmente, os resquícios de Mata Atlântica estão sendo reduzidos indiscriminadamente, quadro acentuado pela especulação imobiliária. Recentemente, o PDDU e a LOUS foram alterados, violando o disposto no art. 64 da Constituição Estadual. O Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da Bahia (CREA-BA) verificou a gravidade dessa alteração, recorrendo à justiça para embargar a Lei Municipal 8.167/2012, para que não haja incúria no uso e ocupação do solo da cidade.

Segundo o CREA-BA, as alterações da referida lei modificam o planejamento urbanístico da cidade, sem qualquer preocupação para com os estudos técnicos, científicos e ambientais; no entanto, a concessão de licenças para construir à luz do que dispõem os artigos da referida lei continua, de forma amplamente inconstitucional, com risco de dano grave e irreparável para o interesse público.

Para o CREA-BA, essa alteração do PDDU eleva o gabarito das construções em diversas áreas da cidade, suprimindo os espaços verdes, incluindo a supressão do Parque Ecológico do Vale Encantado, alterando significativamente o Sistema de Áreas de Valor Ambiental e Cultural. Essas alterações foram aprovadas sem a prévia realização de audiências públicas, sem a apresentação de estudos técnicos necessários à análise das medidas aprovadas, bem como de estudos prévios de sustentabilidade ambiental e planejamento.

Propostas

Diante do quadro apresentado, é necessário propostas para que possam minimizar o problema existente. A cidade, de uma maneira geral, não é arborizada e a postura do poder municipal perante essa realidade é totalmente negligente.

Em pouquíssimos bairros de Salvador há arborização nas ruas, um exemplo a ser citado é o bairro da Vitória, esse local marcou o processo de expansão da cidade entre os séculos XIX e XX. A maneira como esse bairro foi ocupado se configura como um exemplo de planejamento arbóreo, diferentemente do caos existente hoje na cidade. Talvez essa diferença habitacional em relação aos outros locais da cidade, seja decorrente do fato de se tratar de um bairro de classe média alta.

O progresso é inevitável, ou melhor, o crescimento, já que estamos vivenciando um momento em que a construção civil é um dos motores do crescimento econômico atual do país. Contudo, os interesses econômicos não podem sobrepor um planejamento sério; é necessário haver um planejamento eficaz e consciente, pois é comprovado cientificamente que a vegetação é essencial para as cidades, devido às suas funções e benefícios. A fotografia (figura 39) a seguir mostra a Vitória na metade do século XX, com a presença de árvores ao longo de sua avenida principal, em que predominavam os antigos casarões.



Figura 39: Corredor da Vitória primeira metade do século XX
Fonte: Fundação Gregório de Matos.

O bairro da Vitória ainda preserva esse modelo de arborização. Esse local foi palco de disputas entre empreendedores imobiliários e órgãos responsáveis pelo patrimônio histórico. Atualmente se configura pela verticalização, com pouquíssimos casarões. Apesar dessa mudança, ainda existem árvores ao longo das ruas, como pode ser verificado nas figuras seguintes.



40



41

Figuras 40 e 41: Vista da via principal do bairro da Vitória
Fonte: Acervo da autora, 2012.

Este modelo de entrelaçamento entre as copas minimiza o efeito geométrico do plantio, aumentando significativamente o benefício do sombreamento proporcionado pelas árvores de porte arbóreo, além de amenizar o desconforto do microclima urbano, ao diminuir a temperatura do ar, aspecto essencial, diante da realidade climática de Salvador.

A vegetação, além de exercer algumas das funções já citadas, possui outras de grande relevância no recinto urbano que são: alimentícia, medicinal e proteção de encostas. As árvores frutíferas são encontradas em cidades brasileiras e estrangeiras, elas são utilizadas na função alimentar e no aspecto paisagístico, como pode ser visualizado nas figuras 42 e 43. No aspecto medicinal, as plantas são utilizadas há séculos por diversos povos, e seu custo é mínimo. As encostas habitadas nas cidades brasileiras, e, particularmente em Salvador são um problema nos períodos chuvosos, devido aos deslizamentos que ocorrem decorrentes da negligência dos administradores

municipais. A vegetação adequada por sua vez dificulta o processo de erosão do solo, protegendo-o da ação da chuva nas encostas.

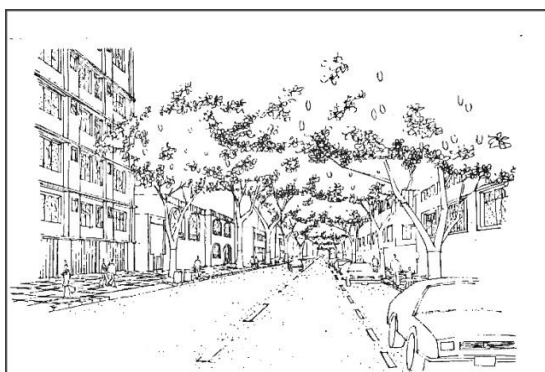


Figura 42: Vista da Rua de Tucumán, Argentina
Fonte: MASCARÓ e MASCARÓ, 2005.

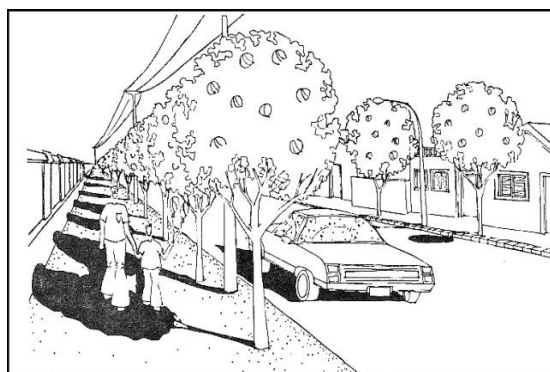


Figura 43: Vista de uma rua da cidade de BÉlem do Pará, Brasil
Fonte: MASCARÓ e MASCARÓ, 2005.

Uma pesquisa sobre o Cabula realizada por Santos (2010), analisou a supressão da vegetação quantificando-a ao longo de cinco décadas, apoiada em fotografias aéreas, sintetizada através do gráfico (figura 44), que demonstrou um panorama geral da supressão dos espaços verdes nesses períodos.

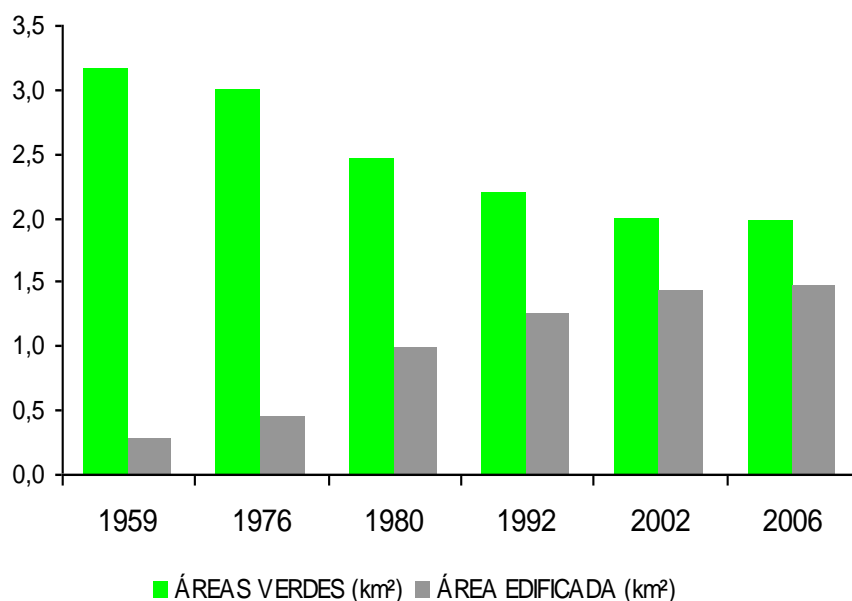


Figura 44: Representação dos espaços verdes e edificados do Cabula no período de 1959 a 2006
Fonte: Elaborado pela autora, 2010.

De acordo com esta pesquisa, o gráfico no ano de 1959 mostrou uma pequena área de ambiente construído, pois nesse período não existiam edificações de caráter relevante, apenas chácaras, fazendas e o 19º Batalhão de Caçadores. Já em 1976, essa proporção aumenta um pouco, em decorrência da implantação de diversos estabelecimentos. No ano de 1980, percebeu-se a expansão do ambiente construído, sobretudo em função do surgimento de conjuntos habitacionais financiados pelo programa de Habitação e Urbanização da Bahia S.A. Em 1992, as áreas edificadas continuaram a se expandir, seguindo tendências ocupacionais do espaço, de caráter residencial e comercial. No início desse milênio, representado pelos anos de 2002 e 2006, é perceptível a continuação da expansão do ambiente edificado e a diminuição dos espaços verdes. Esse quantitativo só não é maior devido à área pertencente ao Exército Brasileiro, que corresponde a 73,3% do espaço verde total. A redução continua até os dias atuais, intensificada pela especulação imobiliária. O que fica claramente demonstrado pela junção dos dados da pesquisa atual com os anteriores é a continuação (dir-se-ia até “o incremento”) da supressão da vegetação (figura 45). Entre os anos de 2006 e 2010, houve uma redução de 23,9% da vegetação. No ano de 2010, o cenário agravou-se em relação ao último período analisado, com o valor correspondente aos espaços verdes inferior ao da área edificada. É flagrante a negligência da gestão municipal.

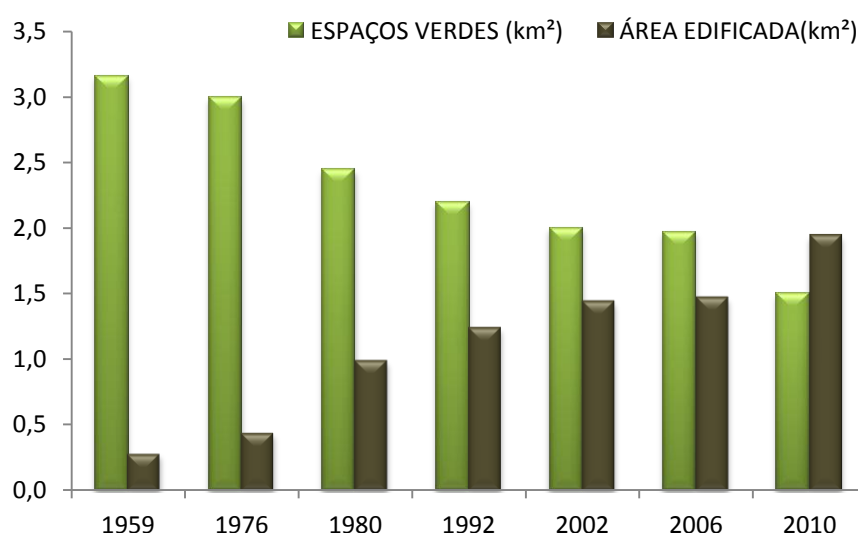


Figura 45: Representação dos espaços verdes e edificados do Cabula no período de 1959 a 2010
Fonte: Elaborado pela autora, 2012.

Diante do exposto, é evidente a necessidade da vegetação, devido ao desempenho de suas funções e benefícios proporcionados. Desse modo, os profissionais atuantes no planejamento das cidades não podem permitir que haja incúria, principalmente nesse aspecto, visto que pesquisas demonstram a melhora na qualidade de vida decorrente da presença do verde. O conhecimento de parâmetros que qualifiquem e quantifiquem os benefícios proporcionados pela vegetação nos recintos urbanos será um diferencial nesse assunto.

A configuração espacial atual do Cabula permite algumas soluções:

- Recuperação do canteiro central: a recuperação do canteiro iniciar-se-ia com sua ampliação ao longo da Rua Silveira Martins. Essa recuperação poderá ocorrer através de transplantes de algumas espécies da Mata Atlântica com permissão legal, ou aproveitamento das árvores que estão sendo derrubadas para construção de imóveis, o que seria mais apropriado que inserir espécies exóticas. Esse trabalho deve ser corretamente coordenado com acompanhamento de profissionais adequados. Logicamente que transplantar árvores requer um grande cuidado, pois implica em pesquisar as condições exigidas por cada espécie, para que se obtenha maior sobrevivência dos vegetais transplantados. A Rua Silveira Martins não é uma via larga, em alguns pontos comporta apenas dois veículos por sentido. Dessa maneira, o canteiro central não poderia ser estendido por toda via principal, mas a desapropriação de alguns imóveis em prol de um bem maior e o benefício de todos seria uma solução, pois melhoraria o trânsito, que é constantemente congestionado em diversos horários, agravado nos horários de pico. Essa medida modificaria positivamente o aspecto urbano, com a contribuição que as árvores prestam à paisagem urbana. A figura a seguir ilustra um possível modelo para recuperação do canteiro central através da implantação de árvores, em conformidade com a Companhia de Energia Elétrica, pois a presença de fiação é um fator importante no planejamento da arborização das ruas e também respeitando a sua largura que possui uma média de 2,04m, pois os canteiros menores que 1,5m recomenda-se o plantio de palmeiras ou arbustos, em canteiros mais largos podem ser colocadas espécies de porte médio a grande.



Figura 46: Proposta do Canteiro Central arborizado ao longo da Rua Silveira Martins
 Fonte: Elaborado pela autora, base cartográfica da Prefeitura Municipal, 2006.

- **Projeto de Arborização:** esse projeto propõe sua construção em ambiente SIG com a implantação de espécies vegetais geocodificadas, ao longo das calçadas da Rua Silveira Martins. Utilizaria a mesma ideia do canteiro central, ou seja, alargamento da via principal através da desapropriação de alguns imóveis, aproveitando-se as espécies vegetais que estão sendo indiscriminadamente derrubadas, ou transplantando-as do bioma da Mata Atlântica. Com as medidas retiradas das calçadas nos bairros da Vitória e Cabula, verificou-se que é possível a realização desse projeto, pois não há uma grande variação na largura das calçadas. Na Vitória, as medidas variaram de 3,57m à 5,02m, estabelecendo-se uma média de 4,3m, enquanto que no Cabula a variação foi de 3,98m à 1,91m, uma média de 2,9 m. A diferença entre os valores médios apresentados é de 1,4m, ou seja, há possibilidade de melhorar o aspecto paisagístico do bairro. A presença de árvores viabilizaria um maior fluxo de pedestres, incentivando à atividade física, melhorando qualidade de vida.

Estas propostas podem ser aprimoradas e discutidas, para isso é necessário a aliança entre as instituições de ensino e pesquisa, a sociedade civil organizada e o poder público das esferas municipal, estadual e federal na promoção de melhores condições ambientais, sobretudo de um bom planejamento de arborização, gerará uma benéfica transformação do espaço urbano.

Desnecessário dizer quão imperativa é uma maior atuação do poder público na fiscalização dos novos empreendimentos, bem como a correta colocação em prática da Política do Meio Ambiente e do Estatuto da Cidade no uso da vegetação na melhoria da qualidade de vida, evitando a ocorrência de fenômenos como as ilhas de calor. Ademais, os aspectos climáticos devem ser levados em consideração pelos planejadores das cidades, para que os espaços verdes gerem uma melhor qualidade ambiental, favorecendo o bem-estar da população citadina.

Considerações Finais

Esta pesquisa demonstrou a importância dos SIG para a análise espacial, bem como a importância da vegetação inserida na cidade para a qualidade ambiental urbana. Os SIG são considerados como um suporte à decisão, sendo essenciais para um processo de planejamento.

Para início da pesquisa foi necessário uma reflexão teórico-conceitual sobre a vegetação inserida na urbe. Esses conceitos foram essenciais para a utilização da terminologia apropriada para o trabalho. Patenteou-se a importância da vegetação para o ambiente urbano. Em seguida, foram descritas suas funções, bem como seus efeitos benéficos.

O desenvolvimento e aplicação da metodologia proposta foram de grande relevância por possibilitarem o mapeamento e a análise espacial da vegetação urbana do Cabula, e também por se tratar de uma metodologia que dotou de agilidade e eficácia a pesquisa. É essencial avaliar a importância da aplicabilidade das Geotecnologias, com ênfase nos SIG, que viabilizaram o mapeamento da distribuição dos espaços verdes e facilitaram a realização das análises qualitativas e quantitativas. Contudo, cabe ressaltar que seria relevante um mapeamento para catalogação das árvores existentes no bairro.

O mapeamento dos espaços verdes do Cabula permitiu comprovar que a distribuição da vegetação ocorre de maneira não homogênea, pois há uma concentração dos resquícios da Mata Atlântica, enquanto que em alguns pontos do bairro verifica-se a sua ausência.

Os índices espaciais apresentaram resultados não satisfatórios, se for considerado o que pode ser desfrutado pela população. Utilizando todo o mapeamento arbóreo, os valores são mais satisfatórios devido à existência da área federal, porém essa área é exclusiva de uso militar. O quadro poderia ser pior, caso essa área não existisse, pois sua vegetação regula o clima local, ao modificar a velocidade e a direção dos ventos, atuar como barreira acústica, reduzir a poluição do ar, através da fotossíntese e

respiração das árvores, em suma: ao funcionar como um termorregulador microclimático.

A vegetação é vital para a manutenção da qualidade ambiental urbana, contribui eficazmente para a “conformação de um habitat saudável, confortável e capaz de satisfazer os requisitos básicos de sustentabilidade da vida humana individual e a interação social dentro do meio urbano” (LUENGO, 1998).

A pesquisa analisou quali-quantitativamente os espaços verdes do Cabula, bem como sua distribuição. O uso dos SIG, através do Modelo de Análise Espacial, promoveu uma visão integrada da problemática; essa análise permitiu um direcionamento para um possível modelo de planejamento arbóreo para o bairro, certamente aplicável alhures.

Ressalte-se ainda que a metodologia aplicada foi desenvolvida de acordo com a realidade espacial do Cabula, observando-se suas características e particularidades, podendo ser aprimorada e adaptada para pesquisas em outros bairros da cidade, possibilitando uma futura comparação dos índices de espaços verdes entre eles.

Os cálculos dos índices espaciais devem ser aprimorados para análise de dados espaciais mais complexos, podendo servir de base para trabalhos futuros. Caso o IBGE, nos próximos anos, disponibilize dados censitários ao nível de quadra, uma análise mais minuciosa seria possível, viabilizando o desenvolvimento de outro índice a indicar uma possível diferenciação sócio-espacial.

Para avaliar qualitativamente as funções dos espaços verdes na urbe, é interessante realizar pesquisas específicas empregando instrumentos medidores da temperatura e umidade do ar, frequência de chuvas, poluição sonora e atmosférica. Através das técnicas relacionadas a esses aspectos, seria possível mensurar as modificações termoclimáticas produzidas pela morfologia urbana.

É recomendável a utilização das geotecnologias nas pesquisas acerca dessa temática. Os trabalhos desenvolvidos em ambiente SIG, com o apoio das técnicas de Sensoriamento Remoto, através de imagens de alta resolução espacial, potencializarão mapeamentos relacionados aos espaços verdes urbanos, seja de uma cidade ou

especificamente de um bairro, permitindo simulações de diferentes cenários do futuro da malha urbana e a dinâmica de uso e ocupação do solo.

Existe, portanto, um grande desafio, o da Geoinformação na gestão urbana, que se pode definir como um paradigma emergente na pesquisa multidisciplinar e interdisciplinar que se dedica a explorar a extrema complexidade de problemas socioambientais em um ambiente de Sistemas de Informação Geográfica. A Geoinformação não se limita apenas ao uso de técnicas computacionais para solucionar problemas espaciais, mas se refere a uma forma nova de se fazer ciência em um contexto geográfico (ALMEIDA, CAMÂRA e MONTEIRO, 2007).

Esse levantamento da qualidade ambiental poderá servir de base para novas políticas ambientais da próxima gestão municipal. Dessa forma, esse estudo poderá direcionar projetos de arborização para a cidade, promovendo políticas que melhorem a qualidade ambiental urbana. Assim, a população citadina poderá desfrutar de lugares mais saudáveis para sua vivência.

Referências Bibliográficas

- AB'SÁBER, A. N. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. 3ª ed., São Paulo, Ateliê Editorial, 2003. 158p.
- ALMEIDA, C. M. de; CÂMARA, G; MONTEIRO, A. M. V. (orgs.). *Geoinformação em urbanismo: cidade real x cidade virtual*. São Paulo, Oficina de Textos, 2007, 368p.
- ALMEIDA, G. E. S. *Análise do índice de instalação de empresas no município de Osasco utilizando sistemas de informação geográfica e análise envoltória de dados - DEA*. São Paulo, 2006, 125p. (Dissertação de Mestrado).
- ALVAREZ, I. A. *Qualidade do Espaço Verde Urbano: uma proposta do índice de avaliação*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura de Luiz Queiroz, 2004, 187 p. (Tese de Doutorado).
- ANDRADE, T. O. de. *Inventário da Arborização Viária da Estância Turística de Campos de Jordão, SP*. Piracicaba, USP, 2002, 129p. (Dissertação de Mestrado).
- ARAÚJO, C. *Morar no bairro do Cabula não é mais "coisa de doido"*. A Tarde. Salvador, 09 nov. 1992. Caderno 01, Bairro, p. 02.
- ARONOFF, S. *Geographic information systems: a management perspective*. Ottawa, 1995, 294 p.
- AVELINO, P. H. M. *A trajetória da tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na pesquisa geográfica*. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, v. 01, ano 01, nov 2004, pp. 21-37.
- BAILEY, T.C. *A review of statistical spatial analysis in geographical information systems*. In: Fotheringham, S.; Rogerson, P. (org.). *Spatial Analysis and GIS*. London, Taylor & Francis. 1994, 281p.
- BERNARDES, J. *Árvores reduzem o calor*. A Tarde. Salvador, 03 ago. 2008. Caderno Ciência e Vida, Ambiente, p. 44.
- BOVO, M. C. *Áreas Verdes Urbanas, Imagem e Uso: um estudo geográfico sobre a cidade de Maringá*. Presidente Prudente, UNESP, 2009, 324p. (Tese de Doutorado).
- BRANCO, M. L. G. C. *A Geografia e os Sistemas de Informação Geográfica*. Revista Território, Rio de Janeiro, 1997, pp. 78-91.
- BRASIL, *Constituição da República Federativa do Brasil*. Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais nºs 1/92 a 53/2006 e pelas Emendas Constitucionais de Revisão nºs 1 a 6/94. Brasília, Senado Federal, Subsecretária de Edições Técnicas, 2007, pp. 143-144.

BRASIL, *Normas Técnicas da Cartografia Nacional*, Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984. Brasília, 20 de junho de 1984. Disponível em <http://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/projeto_mudanca_referencial_geodesico/legislacao/legisla_decreto_89817_d.pdf>, Acesso em, 12 ago, 2012, às 15:00

BRODARIC, B.; GAHEGAN, M. *Distinguishing instances and evidence of geographical concepts for geospatial database design*. GIScience, 2002, pp. 22-37.

BUCCHERI FILHO, A. T.; NUCCI, João Carlos. *Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro Alto da XV, Curitiba/PR*. Revista do Departamento de Geografia / USP nº 18, São Paulo, 2006, pp. 48-59.

_____. *Qualidade Ambiental no Bairro Alto da XV, Curitiba/PR*. Curitiba, UFPR, 2006a, 80p. (Dissertação de Mestrado).

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. *Geographical Information: Society Science and System*. 1998, pp. 01-16. Disponível em <http://landscape.forest.wisc.edu/courses/Landscape565spr01/Burrough_McDonnellCh1.pdf>. Acesso em 10 abr 2012, 19:00.

CALOZ, R.; COLLET, C. *Geographic Information Systems (GIS) and Remoting Sensing in aquatic botany: methodological aspects*. Aquatic Botany. 1997, pp. 209-228

CÂMARA, G. et al. *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Brasília: EMBRAPA, v. 1., 2001, 209 p.

_____. et al. *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica*. INPE. São José dos Campos, 1996, 206 p.

_____. et al. *Banco de Dados Geográfico*. São José dos Campos, 2005, 490 p.

_____.; MONTEIRO, A. M. V. *Geocomputation techniques for spatial analysis: Is it the case for health data sets?* Caderno Saúde Pública, v. 17, n. 05, Rio de Janeiro, set-out, 2001a, pp. 1059-1071.

CÂMARA, G. et al. *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos, 2001b, 345 p.

CAMPOS FILHO, C. M. *Cidades brasileiras: seu controle ou o caos: o que os cidadãos brasileiros devem fazer para a humanização das cidades no Brasil*. São Paulo, Nobel, 1989, 143p.

CARVALHO, M. L. A. M. de; PONTES, B. M. S. Os esforços do planejamento da área soteropolitana e o espaço verde. In: GERARDI, Lucia H. de Oliveira; MENDES, landara A. (org.). *Teoria, Técnica, Espaços e Atividades: temas de Geografia contemporânea*. Rio Claro, Programa de Pós Graduação, UNESP, Associação de Geografia Teorética, 2001. pp. 223-268.

CASTANHO, R. B. *O uso do geoprocessamento no estudo da agropecuária da microrregião geográfica de Carazinho/RS*. Uberlândia, UFU, 2006, 238 p. (Tese de Doutorado).

_____; TEODORO, M. A. *O uso das Geotecnologias no estudo do espaço agropecuário*. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanites research médium. 2010, pp. 136-153.

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P. C. D. *Áreas Verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento*. Anais do 1º Congresso Brasileiro Sobre Arborização Urbana e 4º Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana, Vitória, 1992, pp. 29-38. Disponível em <[http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/arquivos/CAVALHEIRO%20et%20al%20\(1992\).pdf](http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/arquivos/CAVALHEIRO%20et%20al%20(1992).pdf)> Acesso em 15 de out. 2011, 22:00.

COELHO, A. L. N. *Sistema de Informações Geográficas (SIG) como suporte na elaboração de planos diretores municipais*. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 10, n. 30 Jun, 2009, pp. 93-110.

CORREIA, V. R. de M., et. al. *Uma aplicação do sensoriamento remoto para a investigação de endemias urbanas*. Caderno Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2007, pp. 1015-1028.

DALTOÉ, G. A. B.; CATTONI, E. L.; LOCH, C. *Análises das Áreas Verdes do Município de São José – SC*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 2004, Anais eletrônicos. Florianópolis: UFSC, 2004. Disponível em: <http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2004/066.pdf>. Acesso em 10 dez. 2011.

ESCADA, M. I. Sobral. *Utilização de técnicas de sensoriamento remoto para o planejamento de espaços livres urbanos de uso coletivo*. São José dos Campos, INPE, 1992, 122p.

FARAH, I. M. C. *Arborização urbana e sua inserção no desenho urbano*. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. v.7, n.3, p.6, 1999.

FERNANDES, R. B. *Las políticas de la vivienda en la ciudad de Salvador y los procesos de urbanización popular en el caso del Cabula*. Feira de Santana, Universidade Estadual de Feira de Santana, 2003. 566p. (Tese de Doutorado).

_____. *Evolução histórica do Cabula: um bairro popular da cidade de Salvador*. In: *Congresso de História da Bahia*. Salvador, Fundação Gregório de Matos, 2004. v.2. 885-892pp.

FERREIRA, M. C. *Mapeamento de Unidades de Paisagem em Sistemas de Informação Geográfica: Alguns pressupostos fundamentais*. Geografia, v. 22 n. 1, Rio Claro: Abril, 1997, p. 24 - 35.

FERREIRA, N. C. *Apostila de Sistema de Informações Geográficas*. Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás. Goiás, 2006, 113p.

FITZ, P. R. *Geoprocessamento sem complicação*. São Paulo, Oficina de Textos, 2008, 160 p.

FLORENZANO, T. G. *Iniciação em Sensoriamento Remoto*. São Paulo, Oficina de Textos, 2007 101p.

GOODCHILD, M. F. *Geographic Information Science and Systems for Environmental Management*. Annual Reviews Resource Environmental, 2003, pp. 493-519.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. *A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades brasileiras*. Estudos Geográficos, Rio Claro, Junho, 2003, pp. 19-29.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. *Norma Técnica Para Georreferenciamento de Imóveis Rurais*, 2003. Disponível em http://portal.mda.gov.br/portal/sra/arquivos/.../Norma_Técnica.pdf?file. Acesso em 20 jul. 2010, 22:00.

JOLY, A. B. *Conheça a vegetação brasileira*. São Paulo, Polígono, 1970. 181p.

JORGE, L. A. B.; GARCIA, G. J. *A study of habitat fragmentation in Southeastern Brazil using remote sensing and geographic information system (GIS)*. Forest Ecology and Management, 1997, pp. 35-47.

KONECNY, G. *Geoinformation: remoting rensing, photogrametry and geographic information systems*. London and New York, Taylor & Francis, 2003, 266p.

LEE, C. *Models in planning – an introduction to the use of quantitative models in planning*. Oxford, Pergamon Pres, 1973, 397p.

LIMA NETO, E. M. de; BIONDI, D.; ARAKI, H. *Aplicação do SIG na arborização viária – unidade amostral em Curitiba-PR*. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2010, pp. 21.

_____. *Aplicação do sistema de informações geográficas para o inventário da arborização de ruas de Curitiba, PR*. UFPR, 2011, 108p. (Dissertação de Mestrado).

_____.; SOUZA, R. M. e. *Índices de densidade e sombreamento arbóreo em áreas verdes públicas de Aracaju, Sergipe*. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba, v.4, nº 4, 2009, pp. 47-62.

LOBODA, C. R.; ANGELIS, B. L. de. *Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções*. *Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais*. Guarapuava, v. 1 nº 1 pp.125-139 jan/jun, 2005. Disponível em <http://www.unicentro.br/editora/revistas/ambiencia/v1n1/artigo%20125-139_.pdf> Acesso em 20 de mai. 2009, 23:50.

LOMBARDO, M. A. *Vegetação e clima*. In: Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana, 3, Anais, Curitiba, FUPEF, 1990, pp. 1-13.

LUENGO, G. *Elementos para la definición y evaluación de la calidad ambiental urbana. Una propuesta teórico-metodológica*. Anais do IV Seminário Latino Americano de Calidad de Vida Urbana. Tandil (Argentina), 1998.

MARCELINO, E. V. *Desastres Naturais e Geotecnologias: conceitos básicos*. Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Santa Maria, 2007, 20 p.

MASCARÓ, L. R. de; MASCARÓ, J. L. *Vegetação Urbana*. 2. ed., Porto Alegre, Mais Quatro, 2005, 204p.

_____. *Ambiência Urbana*. Porto Alegre, Sagra, 1996, 199p.

MATIAS, L. F. *Sistema de Informações Geográficas (SIG): teoria e método para representação do espaço geográfico*. São Paulo: FFLCH/USP, 2001 (Tese de Doutorado).

MATOS, E; QUEIROZ, L. P. de. *Árvores para cidades*. Salvador, Ministério Público do Estado da Bahia, Solisluna, 2009, 340p.

MEDEIROS, J. S. de. *Banco de dados geográficos e redes neurais artificiais: tecnologias de apoio à gestão do território*. São Paulo, 1999, 236p. (Tese de Doutorado).

MELO, A. de A.; MENEZES, P. M. L. de; SAMPAIO, A. C. F. *Uso de SIG na pesquisa geográfica voltada para o ensino e a aprendizagem*. *Caminhos de Geografia* (revista on line), fev 2006, pp. 97-119. Disponível em <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>> Acesso em 15 abr 2012, 22:20.

MILLER, G. T. *Ciência Ambiental*. 11. ed., São Paulo, Thomson Learning, 2007, 501p.

MONTEIRO, C. A. F. *Teoria e clima urbano*. São Paulo, IGEOG/USP, 1976, 181p. (Dissertação de Mestrado).

MOTA, J. S. et al. *Applying case-based reasoning in the evolution of deforestation patterns in the brazilian Amazonia*. Image Processing Division, National Institute for Space Research (INPE), São José dos Campos, 2008, pp. 16-20.

NUCCI, J. C. *Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília*. Curitiba, 2º ed, O Autor, 2008, 150p.

OLIVEIRA FILHO, P. C. et al. *Um sistema de informações geográficas para integração dos dados de campo e da fotointerpretação florestal de imagem digital de alta resolução*. Ciência e Natura, UFSM, 2006, pp. 61-74.

OLIVEIRA, P. T. S. de. et al. *Geoprocessamento como ferramenta no licenciamento ambiental de postos de combustíveis*. Sociedade & Natureza, Uberlândia, nº 20, 2008, pp. 87-99.

PENA, J. S.; LIMA, J. de B.; FERNANDES, R. B. *A especulação imobiliária chega à periferia urbana de Salvador: origens e perspectivas do Cabula sob a ótica da habitação*. Revista Geográfica de América Central. Costa Rica, 2011, pp. 1-16.

PINA, J. H. A.; SANTOS, D. G. *Qualidade Ambiental e de Vida: uma análise qualitativa do Parque do Sabiá em Uberlândia-MG*. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v.10, n.31, set/2009, pp. 249-267.

PINA, M. de F. de. *Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde*. Brasília, 2000, 121p.

PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D. F. da. *Arborização Urbana*. Boletim Acadêmico, Série Arborização Urbana. UNESP/FCAV/FUNEP Jaboticabal, SP, 2002, 74p.

POLIZEL, J. L. *Geoteconologias e Clima Urbano: aplicação dos recursos de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas na cidade de Piracicaba*. SP, São Paulo, 2009, 153p. (Tese de Doutorado).

RAMACHANDRA, T.V. *Mapping of fuelwood trees using geoinformatics*. Renewable and Sustainable Energy Reviews. nº 14, 2010, pp. 642-654.

RIBEIRO, R. J. da C.; HOLANDA, F. de. *Application of geotechnology to urban configuration*. Proceedings, 4th International Space Syntax Symposium London, 2003, pp 47-61.

RIDDER, K. et al. *An integrated methodology to assess the benefits of urban green space*. Science of the Total Environment, 2004, pp. 489-497.

ROCHA, M. M. *Modelagem da Dispersão de Vetores Biológicos com emprego da Estatística Espacial*. Instituto Militar de Engenharia (IME), Rio de Janeiro, 2004, 175 p. (Dissertação de Mestrado).

ROQUE, C. G. et al. *Georreferenciamento*. Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, v.4, n.1, 2006, pp. 87-102.

ROSS, J. L. S. *Geografia do Brasil*. 6ª ed. São Paulo, Ed USP, 2009, 552p.

SABOYA, R. T. de. *Análises espaciais em planejamento urbano*. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, nº 02, out, 2000, pp. 61-79.

SALVADOR. *Áreas Verdes e Espaços Abertos*. PLANDURB/OCEPLAM. Série de estudos especiais, nº 1, Salvador, 1978, 211p.

_____. Companhia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Salvador; Secretaria de Planejamento Municipal. *Plano de Ocupação para a Área do Miolo de Salvador*. Salvador, 1985, 112p.

_____. *Lei de Ordenamento do Uso e Ocupação do Solo – LOUOS* (lei nº 3.377/84) Anexo 1: file:///D:/LOUOS/Dados/Textos/Anexo1/Anexo1.htm, CD-ROM.

_____. Ministério Público do Estado da Bahia. *Projeto Mata Atlântica Salvador: Diagnóstico da Vegetação do Bioma Mata Atlântica na Cidade de Salvador*. Salvador, Fundação José Silveira, 2011, 254p.

_____. *Planejamento Ambiental para Salvador*. Documentos preliminares. Secretaria do Meio Ambiente. Salvador, 1995, 253p.

_____. *Uso e ocupação do solo em Salvador*. SEPLAM/COPLAM, 2002. 119p.

SANTOS, C. S. *Supressão das áreas verdes como consequência da urbanização no bairro do Cabula, Salvador/BA*. Salvador, UCSAL, 2010, 81p. (Trabalho Monográfico).

SANTOS, F. de O.; CHAVES, M. R. *Evolução urbana, especulação imobiliária e fragilidade ambiental em Caldas Novas - GO*. Revista Caminhos da Geografia, v. 10, n. 32 dez, 2009, pp. 126-137.

SANTOS, M. *A Urbanização Brasileira*. 4. ed., São Paulo, Hucitec, 1998. 157p.

SILVA, A. N. Rodrigues da. et al. *SIG: uma plataforma para introdução de técnicas emergentes no planejamento urbano, regional e de transportes: uma ferramenta 3D para análise ambiental urbana, avaliação multicritério, redes neurais artificiais*. São Carlos, Ed. dos Autores, 2004, 227p.

SILVA, D. F. P. da. *Sistema de Informação Geográfica para Transportes: uma aplicação aos transportes urbanos de Guimarães*. Instituto Superior de Estatística e Gestão da Informação da UNL, 2006, 184p. (Dissertação de Mestrado).

SILVA, L. M. da; TRISTANY, M. N. G.; ROBLES, L. A. *Utilização de Sistemas de Informação Geográfica na gestão de espaços verdes*. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, VII Encontro de Sistemas de Informação Geográfica, 2002, pp. 1-12.

SIMÕES, L. O. C., et al. *Índices de Arborização em espaço urbano: um estudo de caso no bairro de Vila Isabel, Rio de Janeiro*. Anais do IX ENAU. Brasília, 2001. CD-ROM.

SMITH, M. J. de; GOODCHILD, M. F.; LONGLEY, P. A. *Geospatial Analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools*. London, Third Edition. 2009, 549 p.

SUI, D. Z. *GIS-based urban modelling: practices, problems, and prospects*. International Journal of Geographical Information Science. 12:7, 1998, pp. 651-671.

SEONG-HOON, C.; POUDYAL, N. C.; ROBERTS, R. K. *Spatial analysis of the amenity value of green open space*. Ecological Economics, 2008, pp. 403-416.

TABACOW, J. W.; XAVIER DA SILVA, J. Geoprocessamento aplicado à análise da fragmentação da paisagem na Ilha de Santa Catarina. In: XAVIER DA SILVA, Jorge; ZAIDAN, Ricardo Tavares (org.). *Geoprocessamento e Meio Ambiente*, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2011, pp. 35-68.

THILL, J. *Geographic information systems for transportation in perspective*. Transportation Research Part C, 2000, pp. 3-12.

VELASCO, G. Del N. *Potencial da arborização viária na redução do consumo de energia elétrica*: definição de três áreas na cidade de São Paulo, aplicação de questionários, levantamentos de fatores ambientais e estimativa de Graus-Hora de calor. Piracicaba, USP, 2007, 123p. (Tese de Doutorado).

VILHENA, R. *Conjuntos Habitacionais, referencial do bairro*. Correio da Bahia. Salvador, 25 mar. 1991, Aqui Salvador, p. 03.

VINHAS, L. *Um subsistema extensível para o armazenamento de geocampos em bancos de dados geográficos*. São José dos Campos, INPE, 2006, 114p. (Tese de doutorado).

WEGENER, M. *Operational urban models of the art*. Journal of the American Planning Association, vol. 60, nº 01, 1994, pp. 17-29.

XAVIER DA SILVA, J. *Geoprocessamento e Análise Ambiental*. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 54, n. 03 jul/set, 1992, pp. 47-61.

_____; MARINO, T. B. Inclusões: digital, social e geográfica. In: SILVA, Jorge Xavier da; ZAIDAN, Ricardo Tavares (org.). *Geoprocessamento e Meio Ambiente*, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2011, pp. 17-33.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Organograma de classificação do verde urbano.....	12
Figura 2	Organograma de categorias que compõem a arborização urbana.....	16
Figura 3	Benefícios proporcionados pela flora urbana.....	21
Figura 4	Modelo de aplicação das Geotecnologias.....	32
Figura 5	Aplicação dos SIG.....	36
Figura 6	Funcionamento dos SIG.....	43
Figura 7	Estrutura geral de Sistemas de Informação Geográfica.....	45
Figura 8	Mapa de localização de Salvador.....	52
Figura 9	Mapa de localização do Cabula.....	53
Figura 10	Conjunto Chácara do Cabula.....	55
Figura 11	Conjunto Villa das Mangueiras.....	55
Figura 12	Remanescentes da Mata Atlântica.....	56
Figura 13	Remanescentes da Mata Atlântica.....	56
Figura 14	Verbanecae.....	59
Figura 15	Bignoniaceae.....	59
Figura 16	Residencial Mata Atlântica I.....	61
Figura 17	Perspectiva do Reserva Mata Atlântica.....	62
Figura 18	Fluxograma das etapas metodológicas.....	66
Figura 19	Construção do BDG.....	70
Figura 20	Arquitetura dos SIG.....	70
Figura 21	Polígonos para quantificação dos espaços verdes.....	74
Figura 22	Segmentação: similaridade (20); área pixel (40).....	78
Figura 23	Organograma de Modelo de Análise Espacial.....	80
Figura 24	Delimitação da área pertencente ao Horto Bela Vista.....	82
Figura 25	Área hachurada equivalente à área verde do Cabula pertencente ao Exército Brasileiro.....	83
Figura 26	Percentual dos Espaços Verdes.....	87
Figura 27	Ocupação Irregular.....	90
Figura 28	Ocupação Regular.....	90
Figura 29	Classificação Bhattacharya.....	92
Figura 30	Classificação MaxVer.....	92

Figura 31	Recorte da área do Cabula utilizado nas classificações das figuras 29 e 30.....	92
Figura 32	Espacialização da vegetação por Bhattacharya.....	93
Figura 33	Espacialização da vegetação por MaxVer.....	93
Figura 34	Espacialização da vegetação por seleção manual.....	93
Figura 35	Ausência de árvores.....	95
Figura 36	Calçadas degradadas.....	95
Figura 37	Canteiro central em diferentes ângulos.....	95
Figura 38	Canteiro central em diferentes ângulos.....	95
Figura 39	Corredor da Vitória primeira metade do século XX.....	97
Figura 40	Vista da via principal do bairro da Vitória.....	98
Figura 41	Vista da via principal do bairro da Vitória.....	98
Figura 42	Vista da Rua de Tucumám, Argentina.....	99
Figura 43	Vista de uma rua da cidade de Bélem do Pará, Brasil.....	99
Figura 44	Representação dos espaços verdes e edificados do Cabula no período de 1959 a 2006.....	99
Figura 45	Representação dos espaços verdes e edificados do Cabula no período de 1959 a 2010.....	100
Figura 46	Proposta do Canteiro Central arborizado ao longo da Rua Silveira Martins.....	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Descrição técnica dos dados das fotografias aéreas.....	65
----------	---	----